

# 摘 要

本设计为 110kV 系统继电保护及自动装置的设计与配置。在继电保护部分，本论文主要讨论了线路的保护，其采用了距离保护和零序电流保护。对于双回输电线路，还进行了横联差动保护的整定。此外，对变压器的保护做了简单的配置与整定，以瓦斯保护、纵差动保护作为变压器的主保护，过电流保护和过负荷保护作为其后备保护。最后，为了更好地保证系统安全、经济地运行，本设计还配置了自动重合闸、备用电源自动投入和自动低频减载等自动装置。

关键词：继电保护 ， 自动装置 ， 主保护 ， 后备保护

## 第 1 章 概 述

## 1.1 电力系统继电保护的作用

电网继电保护和自动装置是电力系统的重要组成部分,对保证电力系统的安全经济运行、防止事故发生或扩大起重要作用。电网继电保护和自动装置应符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。当同时满足四个基本要求有困难时,根据电力系统的具体情况,在不影响系统安全运行的前提下,可以降低某一要求。

选择保护方式时,应力求采用最简单的保护装置来满足系统的要求。只有当最简单的保护装置不能达到目的时,才考虑采用较复杂的保护装置。运行经验证明,采用简单的保护装置,不仅调整试验方便,而且运行的可靠性也较高。总之,电力系统每时每刻都不能离开继电保护,没有继电保护的电力系统是不能运行的。

## 1.2 继电保护的基本原理和装置

在一般的情况下,发生短路之后,总是伴随有电流的增大、电压的降低、线路始段测量阻抗的减小,以及电压与电流之间相位角的变化。因此,利用正常运行与故障时这些基本参数的区别,便可以构成各种不同原理的继电保护。

继电保护装置,就是指反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态,并动作于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。

# 第 2 章 设计内容简介

本设计为 110kV 系统继电保护及自动装置的设计与配置。该电网有 110kV、35kV、10kV 三个电压等级。其中,110kV 侧为电源侧,其它两侧均为负荷侧。110kV 为双母分段接线,两段分别与甲变电站和丁电厂连接,甲变电站由于 110kV 出线多,为检修方便而设置了旁路母线和专用旁路开关。甲变电站有 2 回电缆供乙变电站两台三绕组变压器供 35kV 和 10kV 负荷,还有 2 回线路和丁电厂联络。丁电厂将另 2 回 110kV 出线供丙变电站两台三绕组变压器供 35kV 负荷。

本设计以线路的保护为主,为防止线路的相间故障,由于电压等级为

110kV，故采用距离保护，对 6 条线路分别进行距离 I、II、III 段的整定与灵敏度的校验。此外，为防止中性点直接接地系统中发生接地短路，产生很大的零序电流分量，线路还应采用零序电流保护。连接甲变电站和丁电厂的双回线路除了距离保护和零序电流保护外，还应配置横联差动保护作为主保护的补充。其中包括相间横联差动电流保护及零序横联差动电流保护。为了更好地保证电网安全、经济运行，电力系统运行越来越依赖于自动控制技术，本设计还可以简单地配置自动重合闸、备用电源自动投入和低频减载等自动装置。

## 第 3 章 参数计算和归算

### 3.1 概述

在电力系统的实际计算中，对于直接电气联系的网络，在制订标么值的等值电路时，各元件的参数必须按统一的基准值进行归算。然而，从手册或产品说明书中查得的电机或电器的阻抗值，一般都是以各自的额定容量和额定电压为基准的标么值。由于各元件的额定值可能不同，因此，必须把不同基准值的标么阻抗换算成统一基准的标么值。

### 3.2 参数归算

参数归算至 110KV 侧：取  $S_B = 100MVA$

$$V_B = 115KV,$$

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3}V_B} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 115} = 0.502KA,$$

$$Z_B = \frac{V_B}{\sqrt{3}I_B} = \frac{115}{\sqrt{3} \times 0.502} = 132\Omega$$

$$V_B = 37KV, I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3}V_B} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 37} = 1.56KA$$

$$V_B = 10.5KV$$

甲变电站:

$$V_{S1} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(2-3)} \%) = \frac{1}{2}(24.7 + 14.7 - 8.8) = 15.3$$

$$V_{S2} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(2-3)} \% - V_{S(1-3)} \%) = \frac{1}{2}(24.7 + 8.8 - 14.7) = 9.4$$

$$V_{S3} \% = \frac{1}{2}(V_{S(2-3)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(1-2)} \%) = \frac{1}{2}(8.8 + 14.7 - 24.7) = -0.6 \approx 0$$

电抗:

$$X_1^* = \frac{V_{S1} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{甲}} = \frac{15.3}{100} \times \frac{100}{120} = 0.128$$

$$X_2^* = \frac{V_{S2} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{甲}} = \frac{9.4}{100} \times \frac{100}{120} = 0.078$$

$$X_3^* = 0$$

负荷电流:

$$I_{fe高} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{高}} = \frac{0.75 \times 120}{\sqrt{3} \times 220} = 236.91A$$

$$I_{fe中} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{中}} = \frac{0.75 \times 120}{\sqrt{3} \times 121} = 429.43A$$

$$I_{fe低} = \frac{0.75 \times 66.75\% S_e}{\sqrt{3}V_{低}} = \frac{0.75 \times 66.75\% \times 120}{\sqrt{3} \times 38.5} = 900.89A$$

乙变电站:

$$V_{S1} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(2-3)} \%) = \frac{1}{2}(7.3 + 12 - 4.7) = 7.3$$

$$V_{S2} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(2-3)} \% - V_{S(1-3)} \%) = \frac{1}{2}(7.3 + 4.7 - 12) = 0$$

$$V_{S3} \% = \frac{1}{2}(V_{S(2-3)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(1-2)} \%) = \frac{1}{2}(4.7 + 12 - 7.3) = 4.7$$

$$X_1^* = \frac{V_{S1} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{乙}} = \frac{7.3}{100} \times \frac{100}{63} = 0.116$$

$$X_2^* = 0$$

$$X_3^* = \frac{V_{S3} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_Z} = \frac{4.7}{100} \times \frac{100}{63} = 0.075$$

$$I_{fe高} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{高}} = \frac{0.75 \times 63}{\sqrt{3} \times 110} = 248A$$

$$I_{fe中} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{中}} = \frac{0.75 \times 63}{\sqrt{3} \times 38.5} = 708.57A$$

$$I_{fe低} = \frac{0.75 \times 66.75\% S_e}{\sqrt{3}V_{低}} = \frac{0.75 \times 66.75\% \times 63}{\sqrt{3} \times 11} = 2479.98A$$

丙变电站:

$$V_{S1} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(2-3)} \%) = \frac{1}{2}(5.6 + 9.9 - 3.3) = 6.1$$

$$V_{S2} \% = \frac{1}{2}(V_{S(1-2)} \% + V_{S(2-3)} \% - V_{S(1-3)} \%) = \frac{1}{2}(5.6 + 3.3 - 9.9) = -0.15 \approx 0$$

$$V_{S3} \% = \frac{1}{2}(V_{S(2-3)} \% + V_{S(3-1)} \% - V_{S(1-2)} \%) = \frac{1}{2}(3.3 + 9.9 - 5.6) = 3.8$$

$$X_1^* = \frac{V_{S1} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{丙}} = \frac{6.1}{100} \times \frac{100}{60} = 0.102$$

$$X_2^* = 0$$

$$X_3^* = \frac{V_{S1} \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{丙}} = \frac{3.8}{100} \times \frac{100}{60} = 0.063$$

$$I_{fe高} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{高}} = \frac{0.75 \times 60}{\sqrt{3} \times 110} = 236.19A$$

$$I_{fe中} = \frac{0.75S_e}{\sqrt{3}V_{中}} = \frac{0.75 \times 60}{\sqrt{3} \times 38.5} = 674.82A$$

$$I_{fe低} = \frac{0.75 \times 66.75\% S_e}{\sqrt{3}V_{低}} = \frac{0.75 \times 66.75\% \times 60}{\sqrt{3} \times 11} = 2361.88A$$

丁电厂:

$$X_{Max}^* = \frac{S_B}{S_{Min}} = \frac{100}{500} = 0.2$$

$$X_{Min}^* = \frac{S_B}{S_{Max}} = \frac{100}{1000} = 0.1$$

线路:

111、112 线:

$$r = \frac{\rho}{S} = \frac{31.5}{240} = 0.1313\Omega / KM$$

$$R = 0.1313 \times 21 = 2.7563\Omega$$

$$R^* = 2.7563 \times \frac{100}{115^2} = 0.021$$

$$X_1 = 0.4 \times 21 = 8.4\Omega$$

$$X_1^* = 8.4 \times \frac{100}{115^2} = 0.064$$

$$X_0^* = 3.5X_1^* = 3.5 \times 0.064 = 0.224$$

113、114 线:

$$r = \frac{\rho}{S} = \frac{31.5}{240} = 0.1313\Omega / KM$$

$$R = 0.1313 \times 20 = 2.626\Omega$$

$$R^* = 2.626 \times \frac{100}{115^2} = 0.0199$$

$$X_1 = 0.4 \times 20 = 8\Omega$$

$$X_1^* = 8 \times \frac{100}{115^2} = 0.060$$

$$X_0^* = 3.5X_1^* = 3.5 \times 0.060 = 0.214$$

115、116 线:

$$r = \frac{\rho}{S} = \frac{31.5}{400} = 0.0788\Omega / KM$$

$$R = 0.0788 \times 6 = 0.4725\Omega$$

$$R^* = 0.4725 \times \frac{100}{115^2} = 0.004$$

$$X_1 = 0.3 \times 6 = 1.8\Omega$$

$$X_1^* = 1.8 \times \frac{100}{115^2} = 0.014 > 3R \quad \therefore \text{不计入} R \text{作短路计算}$$

$$X_0^* = 3.5X_1^* = 3.5 \times 0.014 = 0.049$$

## 第 4 章 运行方式确定

在选择保护方式及对其进行整定计算时，都必须考虑系统运行方式变化带来的影响。所选用的保护方式，应在各种系统运行方式下，都能满足选择性和灵敏性的要求。对过量保护来说，通常都是根据系统最大运行方式来确定保护的整定值，以保证选择性，因为只要在最大运行方式下能保证选择性，在其它运行方式下也一定能保证选择性；灵敏度的校验应根据最小运行方式来进行，因为只要在最小运行方式下，灵敏度符合要求，在其它运行方式下，灵敏度以一定能满足要求。

### 1、最大运行方式

根据系统最大负荷的需要，电力系统中的发电设备都投入运行（或大部分投入运行）以及选定的接地中性点全部接地的系统运行方式称为最大运行方式。对继电保护来说，是短路时通过保护的短路电流最大的运行方式。

### 2、最小运行方式

根据系统最小负荷，投入与之相适应的发电设备且系统中性点只有小部分接地的运行方式称为最小运行方式。对继电保护来说，是短路时通过保护的短路电流最小的运行方式。

## 4.1 系统图形简化

阻抗值

### 1、甲变电站：

其中系统电阻为 0，所以有  $X = 0.128 + 0.078 = 0.206$

### 2、丁电厂

$$X_{MAX} = \frac{S_B}{S_{Min}} = \frac{100}{500} = 0.2$$

$$X_{MIN} = \frac{S_B}{S_{MAX}} = \frac{100}{1000} = 0.1$$

确定运行方式阻抗值

1、最大运行方式

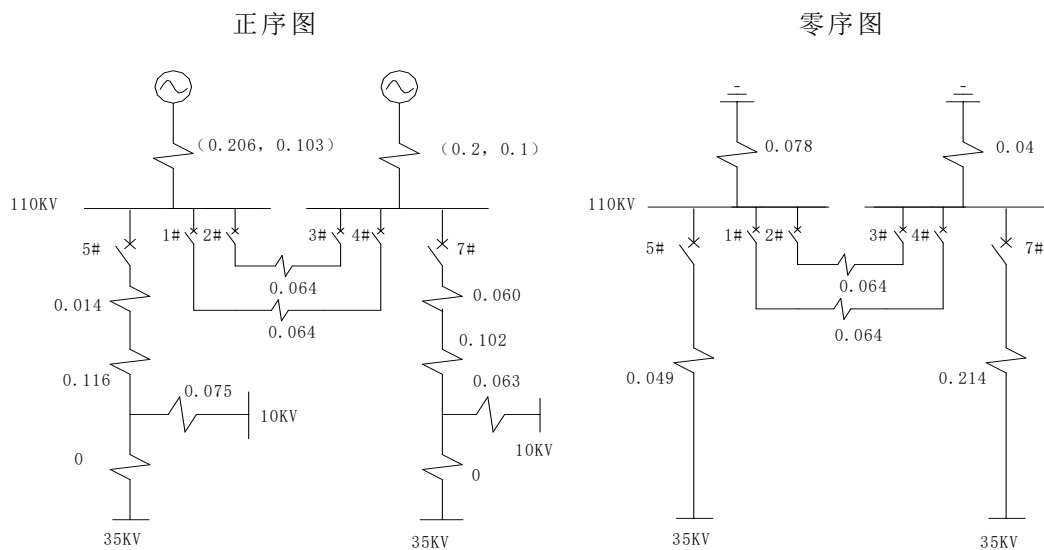
甲变电站:  $X_{max} = 0.103$

丁电厂:  $X_{max} = 0.1$

2、最小运行方式

$X_{min} = 0.206$

$X_{min} = 0.2$



## 4.2 接地方式讨论

变压器中性点接地数目的多少和分配地点,对零序电流保护影响极大,通常由继电保护整定计算部门决定。变压器中性点接地方式的选择,一般可按下述条件考虑。

(1) 不论发电厂或是变电所,首先是按变压器设备的绝缘要求来确定中性点是否接地;其次是以保持对该母线的零序电抗在运行中变化最小为出发点来考虑。当变压器台数较多时,也可采取几台变压器组合的方法。使零序电抗变化最小。

(2) 发电厂的母线上至少应由一台变压器中性点接地运行,这是电力系统过电压保护和继电保护功能所需要的。为改善设备过电压的条件,对双母线上接有多台变压器时,可选择两台变压器同时接地运行,并各分占一条母线,这样在双母线母联断路器断开后,也各自保持着接地系统。

(3) 变电所的变压器中性点分为两种情况,单侧电源受电的变压器,如果不采用单相重合闸,其中性点一般应不接地运行,以简化零序电流保护的整定计算;双侧电源受电的变压器,则视该母线上连接的线路条数和变压器台数的多少以及变压器容量的大小,按变压器零序电抗变化最小的原则进行组合。

鉴于以上原则,本设计中甲、乙和丙变电站及丁电厂中变压器中性点的接地方式如下:

1、甲变电站:采用一台变压器 220KV 侧中性点直接接地,而另一台变压器



110KV 侧直接接地，这样可使零序电流合理分配，又可避免 220KV 系统与 110KV 系统零序网的相互影响。

2、丁电厂：该电厂有 4 台变压器，可考虑两台接于母线，两台接付母线且保证付母线上各有一台变压器中性点接地，此时考虑最严重情况（一台检修，一台故障，或者一组母线故障）只要把正常运行的两台变压器接于正常母线上，并且中性点接地既可使零序网络不会因此而改变。

3、乙变电站：它由甲变通过 115、116 两条电缆供电，接线方式为内桥接线。由于乙变主变 110KV 侧中性点绝缘为主段绝缘水平，且低电压侧、中压侧无电源。故可采用中性点不接地系统运行方式。

4、丙变电站：丙变运行方式与乙基本相同。35KV、10KV 侧没有短路容量限制，为简化保护将 35KV、10KV 母联分裂运行，并在此处加装备用电源自投装置。

### 4.3 线路运行方式的讨论

乙变的 10KV、35KV 侧母联断路器均采用分裂运行方式。理由如下：考虑到乙变 10KV 母线短路容量不得大于 400MVA。正常运行时，为简化短路电流串成串运行，将内桥开关分开运行，这样可以简化继电保护装置。当一条线路故障跳闸时，采用备用电源自投装置将内桥开关合上，保证向另一台主变继续供电。

用以下 8 种情况来计算当系统处于最大运行方式下，10KV 母线上发生三相短路时的容量有无符合要求。

(1) 内桥合，35KV 母联合，10KV 母联合

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.1604} \times 10.5 = 624MVA > 400MVA$$

∴ 此运行方式不可采用。

(2) 内桥分，35KV 母联合，10KV 母联合

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.1604} \times 10.5 = 624MVA > 400MVA$$

∴ 此运行方式不可采用。

(3) 内桥合，35KV 母联分，10KV 母联合

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.1604} \times 10.5 = 624MVA > 400MVA$$

∴ 此运行方式不可采用。

(4) 内桥合，35KV 母联合，10KV 母联分

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.1979} \times 10.5 = 505MVA > 400MVA$$

∴ 此运行方式不可采用。

(5) 内桥分，35KV 母联分，10KV 母联合

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.1604} \times 10.5 = 624MVA > 400MVA$$

∴ 此运行方式不可采用。

(6) 内桥分, 35KV 母联合, 10KV 母联分

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.2629} \times 10.5 = 380MVA < 400MVA$$

∴ 此运行方式可以采用。

(7) 内桥合, 35KV 母联分, 10KV 母联分

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.2559} \times 10.5 = 391MVA < 400MVA$$

∴ 此运行方式可以采用。

(8) 内桥分, 35KV 母联分, 10KV 母联分

$$S_{d.\max} = \sqrt{3}I_d^{(3)}U_B = \sqrt{3} \times \frac{5.5}{0.2629} \times 10.5 = 380MVA < 400MVA$$

∴ 此运行方式可以采用。

结论: 本设计中采用 (8), 即内桥分、35KV 母联分、10KV 母联分的运行方式, 便于整定和灵敏度校验。

母线残压校验:

1、丁厂母线残压

(1) 114 电缆距母线 80%处发生三相短路 (113、114 线双回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.072}{0.072 + 0.048} \times \frac{0.052}{0.144} \times 0.048 \times 132$$
$$= 22.95KV > 15\%U_e (= 18.15KV)$$

满足要求。

(2) 114 电缆距母线 80%处发生三相短路 (114 线单回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.502}{0.163} \times 0.048 \times 132 = 34KV > 15U_e$$

满足要求。

(3) 111 电缆距丁厂母线 80%处发生三相短路 (111、112 线双回运行)

(4) 111 电缆距丁厂母线 80%处发生三相短路 (111 线单回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.502}{0.12} \times 0.0512 \times 132 = 48.97KV > 15U_e$$

满足要求。

2、甲变电站母线残压

(1) 115 电缆距母线 80%处发生三相短路 (115、116 线双回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.017}{0.017 + 0.0112} \times \frac{0.052}{0.123} \times 0.0112 \times 132$$

$$= 13.77KV < 20\%U_e (= 24.2KV)$$

不满足要求。

(2) 115 电缆距母线 80%处发生三相短路 (115 线单回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.502}{0.1277} \times 0.0112 \times 132 = 10.07KV < 20\%U_e$$

不满足要求。

(3) 111 电缆距甲变电站母线 80%处发生三相短路 (111、112 线双回运行)

(4) 111 电缆距甲变电站母线 80%处发生三相短路 (111 线单回运行)

$$U_{cy} = \sqrt{3}I_d^{(3)}X = \frac{\sqrt{3} \times 0.502}{0.1169} \times 0.0128 \times 132 = 12.57KV < 20\%U_e$$

不满足要求。

## 第 5 章 距离保护

距离保护是根据故障点离保护装置处的距离来确定其动作的,较少受运行方式的影响,在

110—220kV 电网得到广泛应用。本设计为 110kV 电网，故采用距离保护来切除线路的相间故障。

## 5.1 概述

### 一、距离保护的基本构成

距离保护是以反映从故障点到保护安装处之间阻抗大小（距离大小）的阻抗继电器为主要元件（测量元件），动作时间具有阶梯特性的相间保护装置。当故障点至保护安装处之间的实际阻抗大于预定值时，表示故障点在保护范围之外，保护不动作；当上述阻抗小于预定值时，表示故障点在保护范围之内，保护动作。当在配以方向元件（方向特性）及时间元件，即组成了具有阶梯特性的距离保护装置。

当故障线路中的电流大于阻抗继电器的允许精确工作电流时，保护装置的动作性能与通过保护装置的故障电流的大小无关。

### 二、距离保护的应用

距离保护可以应用在任何复杂结构，运行方式多变的电力系统中，能有选择性、较快的切除相间故障。当线路发生单相接地故障时，距离保护在有些情况下也能动作；当发生两相短路接地故障时，它可与零序电流保护同时动作，切除故障。因此，在电网结构复杂，运行方式多变，采用一般的电流、电压保护不能满足运行要求时，则应考虑采用距离保护装置。

### 三、距离保护各段动作特性

距离保护一般装设三段，必要时也可采用四段。其中第一段可以保护全线路的 80%—85%，其动作时间一般不大于 0.03—0.1S，第二段按阶梯特性与相邻保护相配合，动作时间一般为 0.5—1.5S，通常能够灵敏而较快速地切除全线路范围内的故障。由 I、II 段构成线路的主要保护。第 III（IV）段，其动作时间一般在 2S 以上，作为后备保护段。

### 四、距离保护装置特点

- (1) 由于距离保护主要反映阻抗值，一般说其灵敏度较高，受电力系统运行方式变化的影响较小，运行中躲开负荷电流的能力强。在本线路故障时，装置第 I 段的性能基本上不受电力系统运行方式变化的影响（只要流过装置的故障电流不小于阻抗元件所允许的精确工作电流）。当故障点在相邻线路上时，由于可能有助增作用，对于第 II、III 段，保护的实际行动区可能随运行方式的变化而有所变化，但一般情况下，均能满足系统运行的要求。
- (2) 由于保护性能受电力系统运行方式的影响较小，因而装置运行灵活、动作可靠、性能稳定。特别是在保护定值整定计算和各级保护段相互配合上较为简单灵活，是保护电力系统相间故障的主要阶段式保护装置。

## 5.2 距离保护整定计算

### 一、距离保护 I 段整定计算、动作时间和灵敏度校验

(一) 当被保护线路中无中间分支线路（或分支变压器）时，定值计算按躲过本线路末端故障整定，一般可按被保护线路正序阻抗的 80%—85% 计算，即

$$Z_{dz.I} = K_K Z_l$$

$Z_{dz.I}$ ——距离保护 I 段的整定阻抗；

$Z_l$ ——被保护线路的正序相阻抗；

$K_K$ ——可靠系数，可取 0.8—0.85；

(二) 当线路末端仅为一台变压器时（即线路变压器组），其定值计算按不伸出线路末端变压器内部整定，即按躲过变压器其它各侧的母线故障整定，即

$$Z_{dz.I} = K_K Z_l + K_{Kb} Z_b$$

$Z_b$ ——线路末端变压器的阻抗；

$K_{Kb}$ ——可靠系数，取 0.75；

保护装置第 I 段的动作时间  $t$ ，取决于保护装置中各继电器本身的固有动作时间，一般不超过 0.1—0.15s。

(三) 距离保护 I 段的具体整定

(1) 1#，2#，3#，4# 距离保护 I 段整定

$$Z_{dz.1(2,3,4)}^I = K_K Z_l = 0.8 \times 132 \times (0.021 + j0.064) = 2.218 + j6.758 = 7.113 \angle 71.83^\circ \Omega$$

$$l_{\min} \% = 80\%$$

$$t^I = 0s$$

(2) 5#，6# 距离保护 I 段整定

$$\begin{aligned} Z_{dz5(6)}^I &= K_K Z_l + K_{Kb} Z_b = 0.8 \times 132 \times (0.004 + j0.014) + 0.75 \times 132 \times j0.116 \\ &= 0.4224 + j12.9642 = 12.969 \angle 88.13^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$t^I = 0s$$

(3) 7#，8# 距离保护 I 段整定

$$\begin{aligned} Z_{dz.7(8)}^I &= K_K Z_l + K_{Kb} Z_b = 0.8 \times 132 \times (0.019 + j0.060) + 0.75 \times 132 \times j0.102 \\ &= 2.112 + j16.434 = 16.569 \angle 83.09^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$t^I = 0s$$

## 二、距离保护 II 段整定计算

(一) 与相邻线路距离保护 I 段配合整定，即

$$Z_{dz.II} = K_K Z_l + K'_K K_{fz \min} Z'_{dz.I}$$

$Z'_{dz.I}$ ——相邻距离保护 I 段动作阻抗；

$K_K$ ——可靠系数，可取 0.8—0.85；

$K'_K$ ——可靠系数，取 0.8；

$K_{fz\min}$ ——助增系数，选取可能的最小值。

(二) 按躲过相邻变压器其它侧母线故障整定，即

$$Z_{dz.II} = K_K Z_l + K_{Kb} K_{fz\min} Z'_b$$

$Z'_b$ ——相邻变压器阻抗；

$K_K$ ——可靠系数，可取 0.8—0.85；

$K_{Kb}$ ——可靠系数，取 0.7—0.75；

$K_{fz\min}$ ——助增系数，选取可能的最小值。

保护装置第 II 段的动作时间  $t$ ，应该比相邻线路保护第 I 段动作时间  $t$  及线路末端变电所变压器速动保护的时间  $t_B$  大一个时限级差  $\Delta t$ ，一般  $t \approx 0.5 - 0.6s$ 。

当这样选择保护装置第 II 段的动作阻抗时，要按照线路末端母线上金属性短路来校验它的灵敏度。即

$$K_{lm}^{II} = \frac{Z_{dz.II}}{Z_l} \geq 1.25$$

如果按上述方法选择第 II 段整定值，不能满足灵敏度  $K_{lm}^{II}$  的要求时，可按照与相邻线路的第 II 段相配合，即躲过相邻线路保护第 II 段末端的短路，其计算式为：

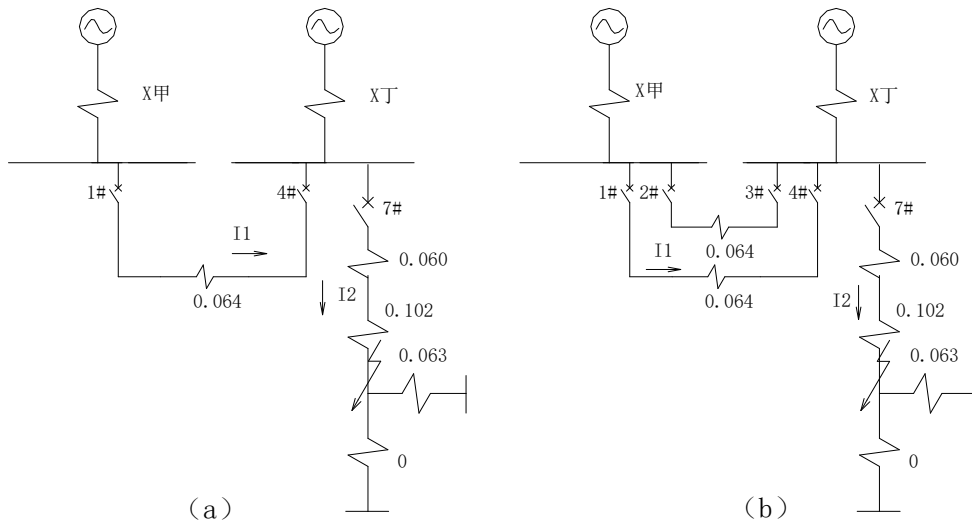
$$Z_{dz.II} = K_K Z_l + K'_K K_{fz\min} Z'_{dz.II}$$

此时，第 II 段的动作时间应比相邻线路保护第 II 段的动作时间大一个  $\Delta t$ ，即  $t_{II} = t'_{II} + \Delta t$ 。

(三) 距离保护 II 段的具体整定

1、1#，2# 距离 II 段的整定

(1) 1#与 7#、8# 线路距离保护 I 段配合



a、111 线路单回运行

$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{\text{甲} \min} + 0.064}{X_{\text{丁} \max}} = 1 + \frac{0.103 + 0.064}{0.2} = 1.835$$

b、111、112 线路双回运行

$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 2 \times \left( 1 + \frac{X_{\text{甲} \min} + 0.032}{X_{\text{丁} \max}} \right) = 2 \times \left( 1 + \frac{0.103 + 0.032}{0.2} \right) = 3.35$$

所以取  $K_{fz \min} = 1.835$

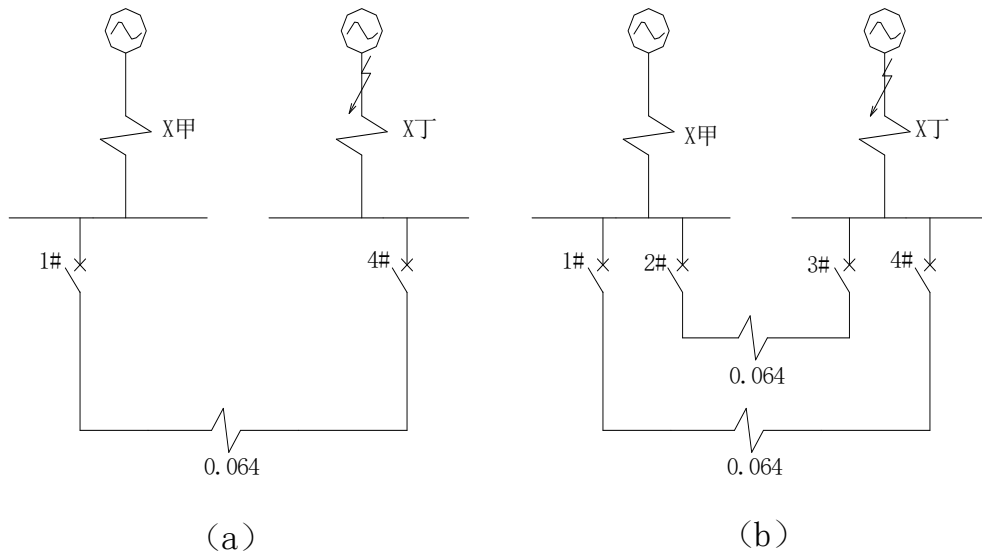
$$Z_{dz1}^{\prime\prime} = K_K Z_l + K'_K K_{fz \min} Z_{dz.7}^{\prime}$$

$$= 0.8 \times 132 \times (0.021 + j0.064) + 0.8 \times 1.835 \times 132 \times (2.112 + j16.434)$$

$$= 5.318 + j30.884 = 31.339 \angle 80.23^\circ \Omega$$

(2) 1#与躲过相邻变压器其它侧母线故障整定





a、111 线路单回运行

$$K_{fz \min} = 1$$

b、111、112 线路双回运行

$$K_{fz \min} = 2$$

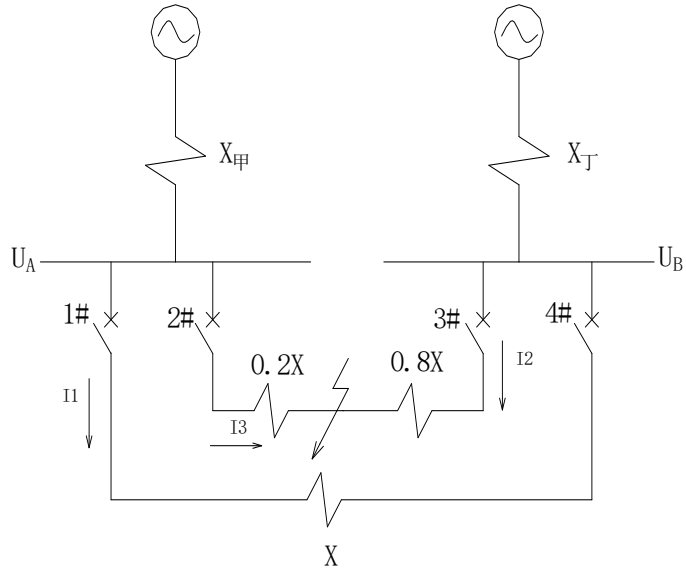
所以取  $K_{fz \min} = 1$

$$Z_{dz1}^{II} = K_K Z_l + K_{Kb} K_{fz \min} Z_b' = 0.8 \times 132 \times (0.021 + j0.064) + 0.75 \times 1 \times 132 \times j0.1$$

$$= 2.2176 + j16.6584 = 16.805 \angle 82.42^\circ \Omega$$

(3) 1#与相邻线路 112 线的 3# 距离 I 段配合

求  $K_{fz \min}$



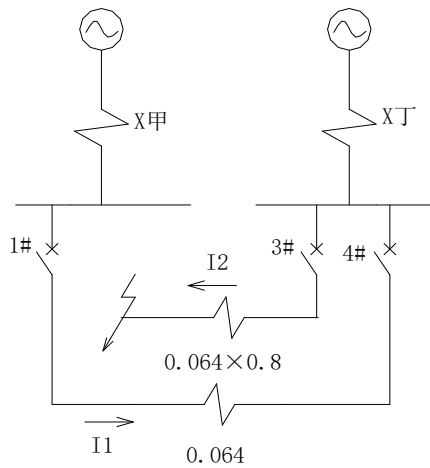
建立求解方程组：

$$\begin{cases} U - X_{\text{甲}}(I_1 + I_3) = U_A \\ U_A - I_1 X = U_B \\ U_A - 0.2I_3 X = 0 \\ U_B = 0.8I_2 X \\ U - U_B = (I_2 - I_1)X_{\text{丁}} \end{cases}$$

$$\text{求得 } K_{f\text{min}} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{X + 6X_{\text{甲}} + X_{\text{丁}}}{X_{\text{丁}} - 4X_{\text{甲}}}$$

因为  $X_{\text{丁}} < 4X_{\text{甲}}$ ，即  $K_{f\text{min}} < 0$ ，故 1#II 段与 3#I 段之间无配合。

考虑相继动作：



$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{\text{甲} \min} + 0.064}{X_{\text{丁} \max}} = 1 + \frac{0.103 + 0.064}{0.2} = 1.835$$

$$\begin{aligned} Z_{dz1}'' &= K_K Z_l + K'_K K_{fz \min} Z_{dz3}^I \\ &= 132 \times [0.8 \times (0.021 + j0.064) + 0.8 \times 1.835 \times (0.017 + j0.051)] \\ &= 132 \times 0.133 \angle 71.57^\circ = 17.556 \angle 71.57^\circ \Omega \end{aligned}$$

所以取  $Z_{dz1}'' = 17.556 \angle 71.57^\circ \Omega$

灵敏度校验:

$$K_{lm}'' = \frac{Z_{dz1}''}{Z_l} = \frac{0.133}{\sqrt{0.064^2 + 0.021^2}} = \frac{0.133}{0.067} = 1.985 > 1.25$$

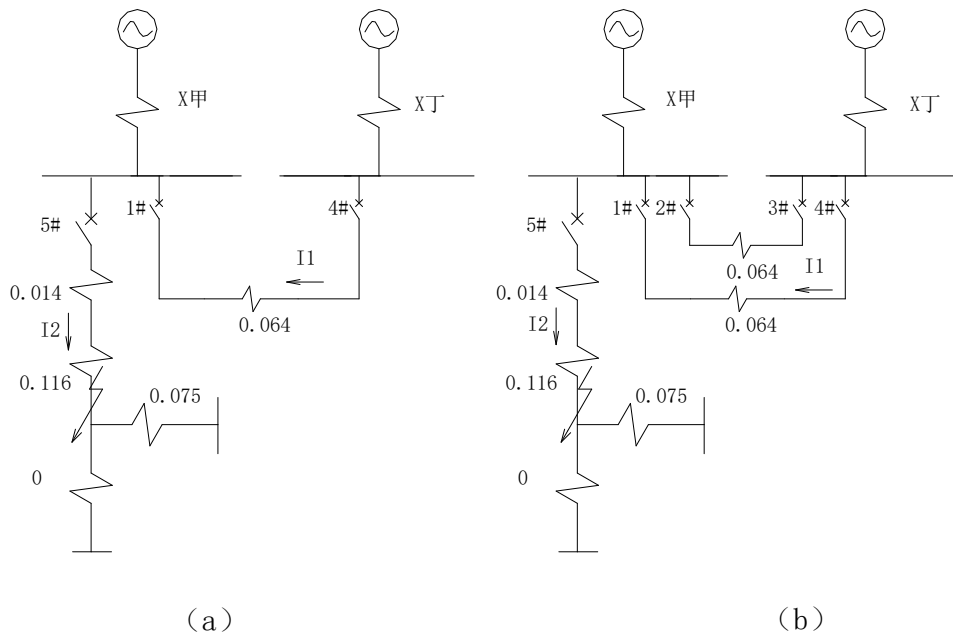
满足要求。

$$t'' = 0.5s$$

2#与1#相同。

2、3#，4#距离II段整定

(1) 4#与相邻线路115线距离保护I段配合



a、111 线路单回运行

$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{丁 \min} + 0.064}{X_{甲 \max}} = 1 + \frac{0.1 + 0.064}{0.206} = 1.796$$

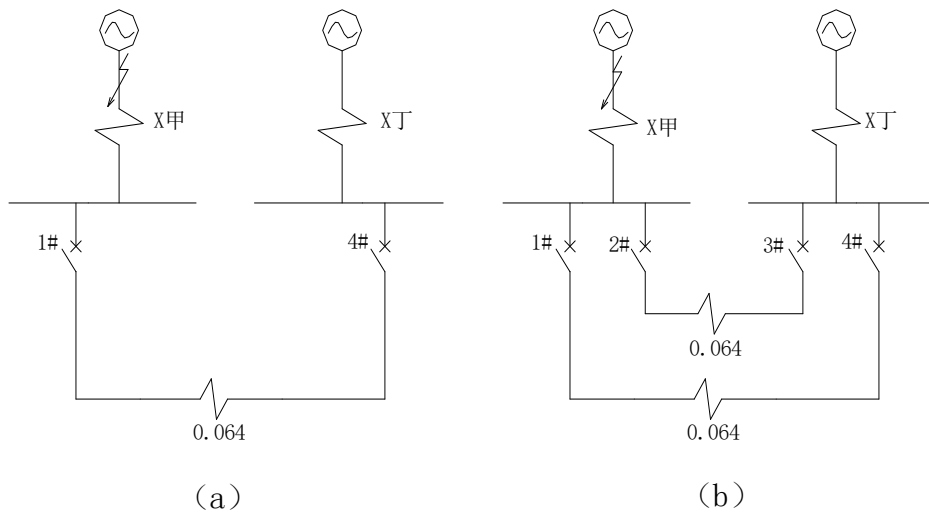
b、111、112 线路双回运行

$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 2 \times \left(1 + \frac{X_{丁 \min} + 0.032}{X_{甲 \max}}\right) = 2 \times \left(1 + \frac{0.1 + 0.032}{0.206}\right) = 3.282$$

所以取  $K_{fz \min} = 1.796$

$$\begin{aligned} Z_{dz,4}^{II} &= K_K Z_l + K'_K K_{fz \min} Z_{dz,5}^I \\ &= 132 \times [0.8 \times (0.021 + j0.064) + 0.8 \times 1.796 \times (0.0032 + j0.0982)] \\ &= 132 \times [0.021 + j0.192] = 25.476 \angle 83.76^\circ \Omega \end{aligned}$$

(2) 4# 与相邻变压器配合



a、111 线路单回运行

$$K_{fz \min} = 1$$

b、111、112 线路双回运行

$$K_{fz \min} = 2$$

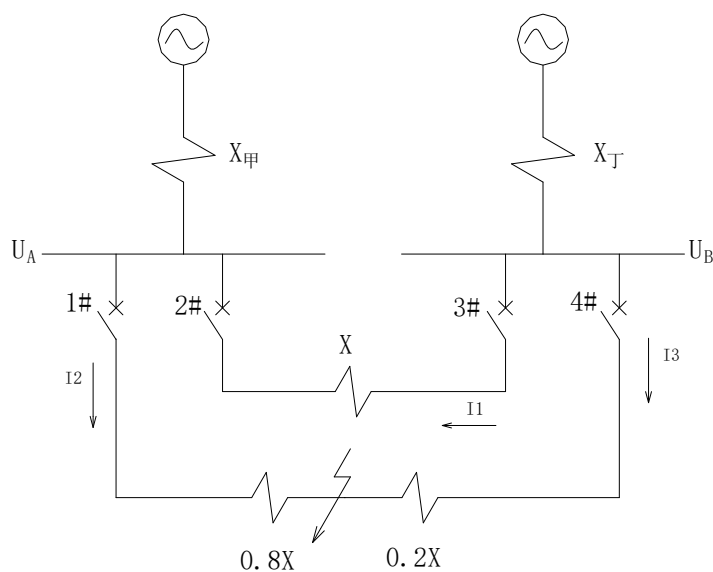
取  $K_{fz \min} = 1$

$$Z_{dz,4}^{II} = K_K Z_l + K_{Kb} K_{fz \min} Z_b'$$

$$= 132 \times [0.8 \times (0.021 + j0.064) + 0.75 \times 1 \times j0.103] = 2.218 + j16.955 = 17.1 \angle 82.55^\circ \Omega$$

(3) 4# 与相邻线路 111 线的 2# 距离保护 I 段配合

求  $K_{fz \min}$



建立求解方程组：

$$\begin{cases} U - X_{\text{甲}}(I_2 - I_1) = U_A \\ U_A + I_1 X = U_B \\ U_A - 0.8I_2 X = 0 \\ U_B = 0.2I_3 X \\ U - U_B = (I_1 + I_3)X_{\text{丁}} \end{cases}$$

$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{X + X_{\text{甲}} + 6X_{\text{丁}}}{4X_{\text{丁}} - X_{\text{甲}}}$$

四种运行方式组合：

$$K_{fz \min(1)} = \frac{X + X_{\text{甲max}} + 6X_{\text{丁max}}}{4X_{\text{丁max}} - X_{\text{甲max}}} = \frac{0.064 + 0.206 + 6 \times 0.2}{4 \times 0.2 - 0.206} = 2.475$$

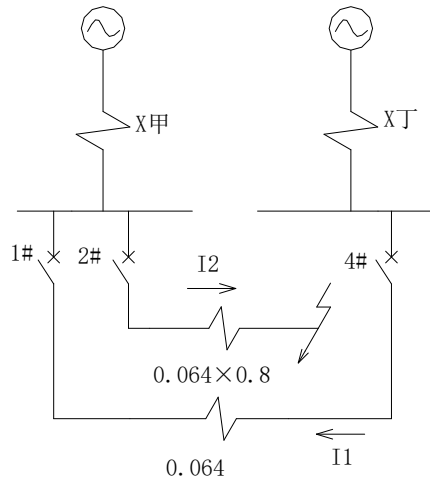
$$K_{fz \min(2)} = \frac{X + X_{\text{甲max}} + 6X_{\text{丁min}}}{4X_{\text{丁min}} - X_{\text{甲max}}} = \frac{0.064 + 0.206 + 6 \times 0.1}{4 \times 0.1 - 0.206} = 4.485$$

$$K_{fz \min(3)} = \frac{X + X_{\text{甲min}} + 6X_{\text{丁max}}}{4X_{\text{丁max}} - X_{\text{甲min}}} = \frac{0.064 + 0.103 + 6 \times 0.2}{4 \times 0.2 - 0.103} = 1.961$$

$$K_{fz \min(2)} = \frac{X + X_{\text{甲min}} + 6X_{\text{丁min}}}{4X_{\text{丁min}} - X_{\text{甲min}}} = \frac{0.064 + 0.103 + 6 \times 0.1}{4 \times 0.1 - 0.103} = 2.582$$

取  $K_{fz \min} = 1.961$

考虑相继动作：



$$K_{fz \min} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{T \min} + 0.064}{X_{\text{甲max}}} = 1 + \frac{0.1 + 0.064}{0.206} = 1.796$$

所以取  $K_{fz \min} = 1.796$

$$\begin{aligned} Z_{dz4}'' &= K_K Z_l + K'_K K_{fz \min} Z_{dz2}'' \\ &= 132 \times [0.8 \times (0.021 + j0.064) + 0.8 \times 1.796 \times (0.0168 + j0.0512)] \\ &= 132 \times 0.131 \angle 71.70^\circ = 17.292 \angle 71.70^\circ \Omega \end{aligned}$$

所以取  $Z_{dz4}'' = 17.1 \angle 82.55^\circ \Omega$

灵敏度校验:

$$K_{lm}'' = \frac{Z_{dz4}''}{Z_l} = \frac{17.1}{132 \times \sqrt{0.064^2 + 0.021^2}} = \frac{17.1}{132 \times 0.067} = 1.93 > 1.25$$

满足要求。

$$t'' = 0.5s$$

3# 与 4# 相同。

#### 四、距离保护 III 段整定

(一) 按躲过线路最大负荷时的负荷阻抗配合整定

假设距离 III 段为方向阻抗起动元件，且此方向阻抗元件为 0° 接线方式，计算式为:

$$Z_{dz.III} = \frac{Z_{fh \min}}{K_K K_f \cos(\varphi_{fh} - \varphi_l)}$$

$K_K$ ——可靠系数，取 1.2—1.25；

$K_f$ ——返回系数，取 1.15—1.25；

$\varphi_{fh}$ ——负荷的阻抗角；

$\varphi_l$ ——线路正序阻抗角；

$$Z_{fh\min} \text{——最小负荷阻抗, } Z_{fh\min} = \frac{(0.9 - 0.95)U_e}{\sqrt{3}I_{fh\max}}$$

$$\arccos 0.85 = 31.78^\circ$$

灵敏度校验：

$$\text{a: 作近后备时 } K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l} \geq 1.5$$

$$\text{b: 作远后备时 } K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l + K_{fz\max} Z_{xl}} \geq 1.2$$

式中  $K_{fz\max}$ ——相邻线路末端短路时，实际可能的最大分支系数。

1、111，112 线路

$$I_{fh\max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{\min}} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 115 \times 90\%} = 557.826A$$

$$Z_{fh\min} = \frac{U_{\min}}{I_{fh\max}} = \frac{115 \times 90\% \times 1000}{\sqrt{3} \times 557.826} = 107.123\Omega$$

$$X = 0.064, R = 0.021 \quad \text{得 } \varphi_l = 71.83^\circ, Z = 0.067$$

$$\begin{aligned} Z_{dz.III} &= \frac{Z_{fh\min}}{K_K K_f \cos(\varphi_{fh} - \varphi_l)} \\ &= \frac{107.123}{1.2 \times 1.15 \times 1.5 \cos(31.78^\circ - 71.83^\circ)} = 67.605\Omega \end{aligned}$$

灵敏度校验：

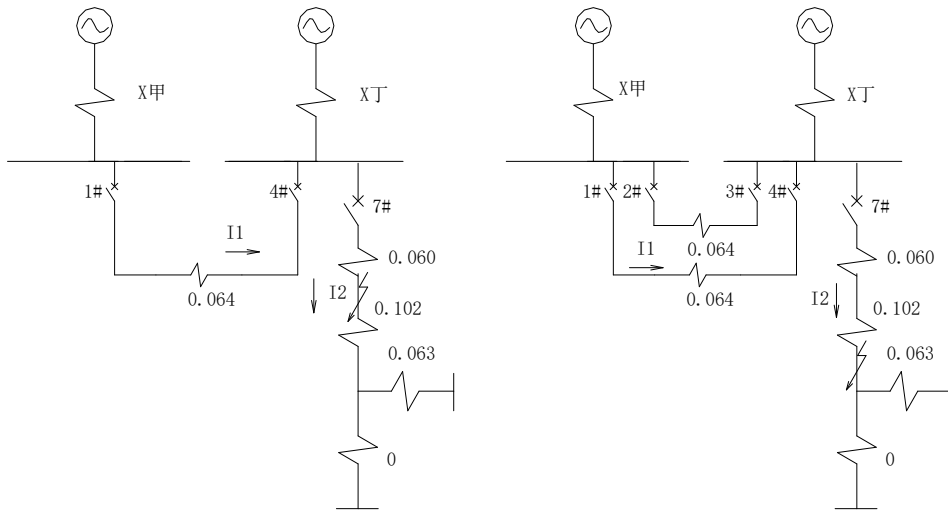
(1) 1#、2# 的校验

$$\text{a、作近后备时 } K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l} = \frac{67.605}{132 \times 0.067} = 7.64 > 1.5$$

b、作远后备时



求  $K_{fz \max}$



111 (112) 线路单回运行时:

$$K_{fz \max} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{\text{甲max}} + 0.064}{X_{\text{丁min}}} = 1 + \frac{0.206 + 0.064}{0.1} = 3.7$$

111、112 线路双回运行时:

$$K_{fz \max} = \frac{I_2}{I_1} = 2 \times \left( 1 + \frac{X_{\text{甲max}} + 0.032}{X_{\text{丁min}}} \right) = 2 \times \left( 1 + \frac{0.206 + 0.032}{0.1} \right) = 6.76$$

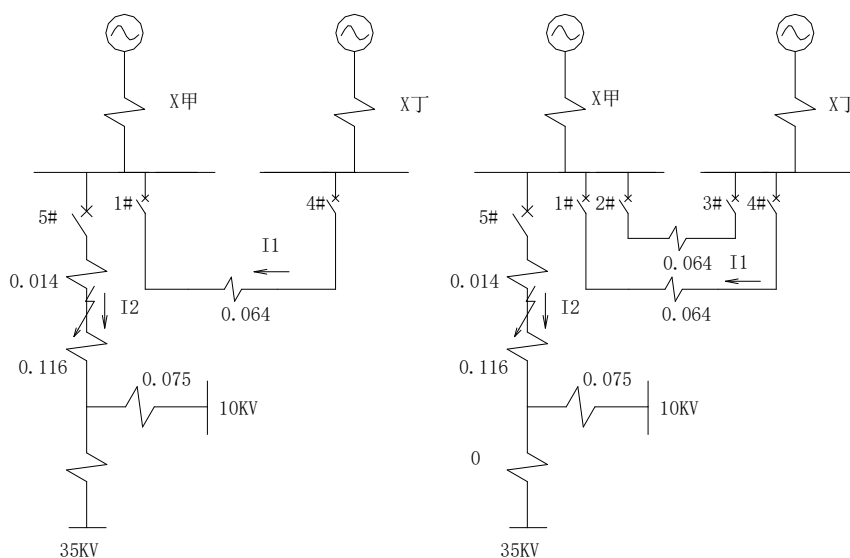
所以取  $K_{fz \max} = 6.76$

$$K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l + K_{fz \max} Z_{xl}} = \frac{67.605}{0.067 \times 132 + 6.76 \times 0.06 \times 132} = 1.38 > 1.2$$

满足要求。

(2) 3#、4# 的校验

求  $K_{fz \max}$



111 (112) 线路单回运行时:

$$K_{fz \max} = \frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{X_{T \max} + 0.064}{X_{\text{甲} \min}} = 1 + \frac{0.2 + 0.064}{0.103} = 3.563$$

111、112 线路双回运行时:

$$K_{fz \max} = \frac{I_2}{I_1} = 2 \times \left( 1 + \frac{X_{T \max} + 0.032}{X_{\text{甲} \min}} \right) = 2 \times \left( 1 + \frac{0.2 + 0.032}{0.103} \right) = 6.505$$

所以取  $K_{fz \max} = 6.505$

$$K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l + K_{fz \max} Z_{xl}} = \frac{67.605}{0.067 \times 132 + 6.505 \times 0.014 \times 132} = 3.24 > 1.2$$

满足要求。

2、113, 114 线路

$$I_{fh \max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{\min}} = \frac{80000}{\sqrt{3} \times 115 \times 90\%} = 446.261A$$

$$Z_{fh \min} = \frac{U_{\min}}{I_{fh \max}} = \frac{115 \times 90\% \times 1000}{\sqrt{3} \times 446.261} = 133.903\Omega$$

$$X = 0.060, R = 0.019 \quad \text{得 } \varphi_l = 72.43^\circ, Z = 0.063$$

$$Z_{dz.III} = \frac{Z_{fh \min}}{K_K K_f \cos(\varphi_{fh} - \varphi_l)}$$

$$= \frac{133.903}{1.2 \times 1.15 \times 1.5 \cos(31.78^\circ - 72.43^\circ)} = 85.261 \Omega$$

灵敏度校验:

$$K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l} = \frac{85.261}{132 \times 0.063} = 10.25 > 1.5$$

满足要求。

(3) 115, 116 线路

$$I_{fh \max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{\min}} = \frac{80000}{\sqrt{3} \times 115 \times 90\%} = 446.261 A$$

$$Z_{fh \min} = \frac{U_{\min}}{I_{fh \max}} = \frac{115 \times 90\% \times 1000}{\sqrt{3} \times 446.261} = 133.903 \Omega$$

$$X = 0.014, R = 0.004 \quad \text{得 } \varphi_l = 74.05^\circ, Z = 0.015$$

$$Z_{dz.III} = \frac{Z_{fh \min}}{K_K K_f \cos(\varphi_{fh} - \varphi_l)} = \frac{133.903}{1.2 \times 1.15 \times 1.5 \cos(31.78^\circ - 74.05^\circ)} = 87.417 \Omega$$

灵敏度校验:

$$K_{lm} = \frac{Z_{dz.III}}{Z_l} = \frac{87.417}{132 \times 0.015} = 44.15 > 1.2$$

满足要求。

## 第 6 章 双回输电线路的横联差动保护 整定计算

双回线路的特点是两条线路在两端均有相连的公共母线，双回线路的线路长度也应相差不多。双回线路的保护的配置，除了与单回线路相同外，根据双回线路的结构，还可采用横联差动保护作为主保护的补充。由于横联差动保护差电流元件有相继动作区，使切除故障时间加长，所以，严格地讲，横联差动保护还不能算是完善的主保护。此外，横联差动保护电流方向保护，其方向元件还有电流死区和电压死区。

## 6.1 相间横联差动电流方向保护整定计算

相间横联差动电流方向保护用于两侧装有四个断路器的双回线路。这种保护只保护相间短路故障。分别按不同的条件和项目进行整定。

### 一、不带电压起动的横联差动电流方向保护的整定

这种保护只需给出差电流元件动作电流。差电流元件动作电流按满足以下两个条件整定。

(1) 按躲开单回线路运行的最大负荷电流整定。即考虑另一回线路由一侧向线路充电，充电侧的横联差动电流方向保护不应动作。其动作值计算公式为

$$I_{dz} = \frac{K_K}{K_f} I_{fh.max}$$

式中  $K_K$  ——可靠系数，取 1.2；

$K_f$  ——返回系数，其大小按保护的具体类型决定，电磁型电流继电器取 0.85；

$I_{fh.max}$  ——单回线路运行时的最大负荷电流。

(2) 按躲双回线路外部短路时流过保护的最大不平衡电流整定。其动作值计算公式为

$$I_{dz} = K_K I_{bp.max} = K_K (I'_{bp} + I''_{bp})$$

其中  $I'_{bp} = K_{LH} K_{\alpha} K_{fzq} \frac{I_{d.max}^{(3)}}{2}$

$$I''_{bp} = K_{cl.1} K_{fzq} I_{d.max}^{(3)}$$

式中  $K_K$  ——可靠系数，取 1.3—1.5；

$I_{bp.max}$  ——双回线路外部短路时产生的最大不平衡电流；

$I'_{bp}$  ——由两组电流互感器特性不同引起的不平衡电流；

$I''_{bp}$  ——由双回线路阻抗不相等引起的不平衡电流；

$K_{LH}$  ——电流互感器比误差系数，取 0.1；

$K_{tx}$ ——电流互感器同型系数，同型式者取 0.5，不同型式者取 1；

$K_{cl.1}$ ——双回线路的正序差电流系数，由计算或实测决定；

$K_{fzq}$ ——短路电流的非周期分量系数，一般电流继电器取 1.5—2；对能躲非周期分量的继电器取 1—1.3；

$I_{d.max}^{(3)}$ ——双回线路外部三相短路时流过双回线路中的最大总短路电流，短路点分别选在两侧母线上，取其中最大者。

二、相间横联差动电流方向保护灵敏度校验及相继动作区的计算  
差电流元件灵敏度计算公式：

$$K_{lm} = \frac{I_{d.min}}{I_{dz}}$$

式中  $I_{d.min}$  ——双回线路内部短路，流过横联差动电流方向保护的最小短路电流，其短路点选在一回线路的中点或选在一回线路的末端。

灵敏度要求：当双回线路中的一回线路中点短路时，在两侧断路器均未跳开之前，其中一侧保护的灵敏系数应不小于 2；而在任何一侧跳开之后，按线路末端短路时的灵敏度应不小于 1.5。

三、相间横联差动电流方向保护死区的计算

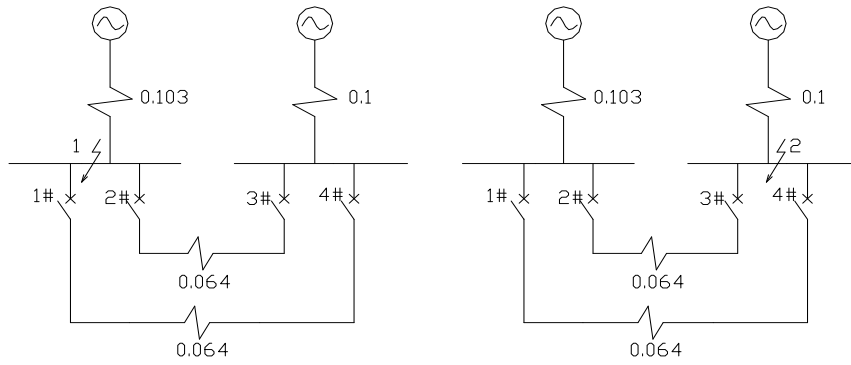
双回线路中的一回线路，在靠近母线侧附近的区域内发生相间短路时，母线上残压很小，方向继电器将会拒动，这个区域就是电压死区。电压死区一般不应大于线路全长的 10%；在线路末端附近的区域发生短路时，由于流入方向继电器中的电流很小，继电器将拒动，这个区域就是电流死区。对电流死区一般没有要求，因为当对侧横联差动保护动作跳开断路器后，电流死区将自动消失，它与电流元件的相继动作区相比是较小的，所以一般可不考虑。

四、具体整定计算

$$(1) I_{dz} = \frac{K_K}{K_f} I_{fh.max} = \frac{1.2}{0.85} \times 0.558 = 0.787KA$$

$$I_{fh.max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}U_{min}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 115 \times 90\%} = 0.558KA$$

(2)



$$I_{d1}^{(3)} = \frac{502}{0.032 + 0.1} = 3.803 \text{ KA}$$

$$I_{d2}^{(3)} = \frac{502}{0.103 + 0.032} = 3.719 \text{ KA}$$

取大者  $I_{d.\max}^{(3)} = 3.803 \text{ KA}$

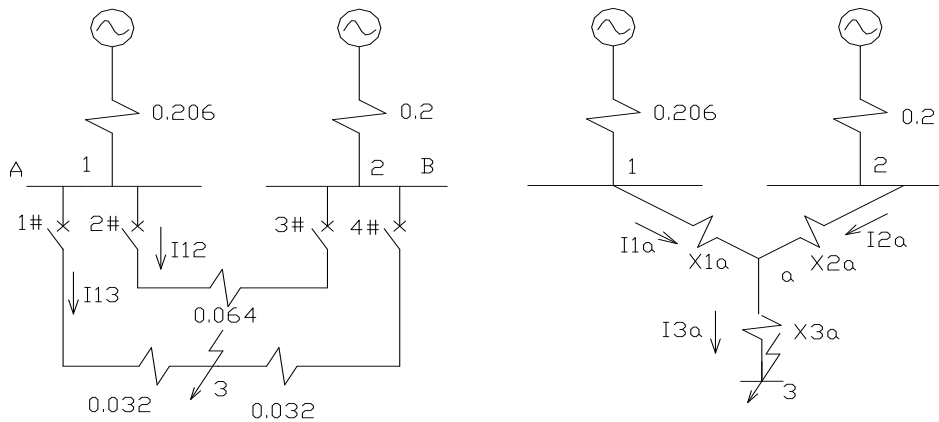
$$I'_{bp} = K_{LH} K_{tx} K_{fzq} \frac{I_{d.\max}^{(3)}}{2} = 0.1 \times 0.5 \times 1.5 \times \frac{3.803}{2} = 0.143 \text{ KA}$$

$$I''_{bp} = K_{cl.1} K_{fzq} I_{d.\max}^{(3)} = 0.005 \times 1.5 \times 3.803 = 0.0285 \text{ KA}$$

$$I_{dz} = K_K I_{bp.\max} = K_K (I'_{bp} + I''_{bp}) = 1.5 \times (0.143 + 0.0285) = 0.257 \text{ KA}$$

灵敏度校验及相继动作区的计算：

(1) 一回线路的中点短路



$$X_{1a} = \frac{0.064 \times 0.032}{0.064 + 0.032 + 0.032} = 0.016$$

$$X_{2a} = \frac{0.064 \times 0.032}{0.064 + 0.032 + 0.032} = 0.016$$

$$X_{3a} = \frac{0.032 \times 0.032}{0.064 + 0.032 + 0.032} = 0.008$$

$$I_{a3} = \frac{0.502}{(0.206 + 0.016) // (0.2 + 0.016) + 0.008} = 4.273KA$$

$$I_{1a} = \frac{0.2 + 0.016}{0.2 + 0.016 + 0.206 + 0.016} \times 4.273 = 2.107KA$$

$$I_{2a} = I_{a3} - I_{1a} = 4.273 - 2.107 = 2.166KA$$

$$I_{12} = \frac{I_{1a}X_{1a} - I_{2a}X_{2a}}{X_{12}} = \frac{2.107 \times 0.016 - 2.166 \times 0.016}{0.064} = -0.0148KA$$

$$I_{12}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times (-0.0148) = -0.0128KA$$

$$I_{13} = \frac{I_{1a}X_{1a} + I_{a3}X_{a3}}{X_{13}} = \frac{2.107 \times 0.016 + 4.273 \times 0.008}{0.032} = 2.122KA$$

$$I_{13}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2.122 = 1.838KA$$

$$I_{23} = \frac{I_{2a}X_{2a} + I_{a3}X_{a3}}{X_{23}} = \frac{2.166 \times 0.016 + 4.273 \times 0.008}{0.032} = 2.151KA$$

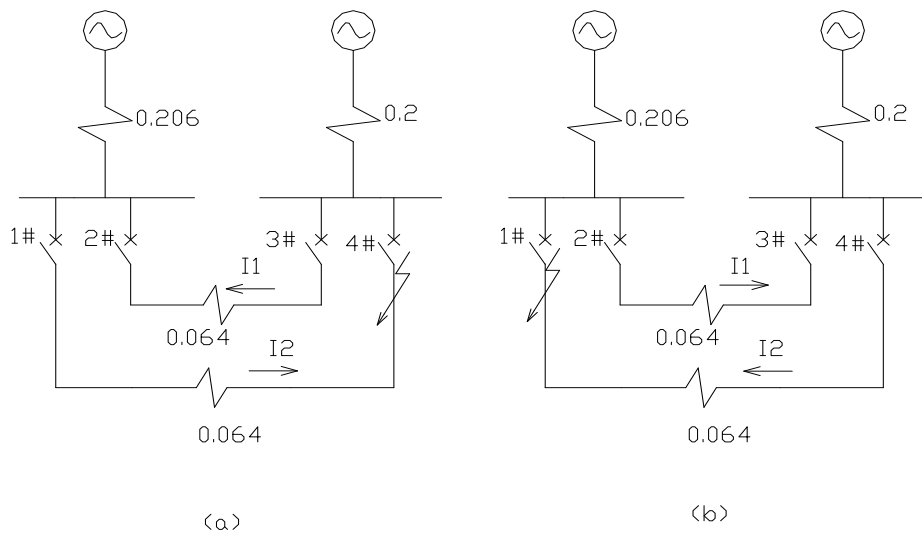
$$I_{23}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2.151 = 1.863KA$$

A 侧:  $K_{lm} = \frac{1.838 + 0.0128}{0.257} = 7.2 > 2$  满足要求。

B 侧:  $K_{lm} = \frac{1.863 + 0.0128}{0.257} = 7.3 > 2$  满足要求。

(2) 双回线路中一回线路末端内部短路及相继动作时





$$(a) I_2^{(2)} = \frac{0.502}{(0.2 + 0.064) // 0.206 + 0.064} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.415 \text{KA}$$

$$I_1^{(2)} = \frac{0.206}{0.206 + 0.264} \times 2.415 = 1.058 \text{KA}$$

$$\text{A 侧: } K_{lm} = \frac{2.415 + 1.058}{0.257} = 13.51 > 1.5 \quad \text{满足要求。}$$

$$(b) I_2^{(2)} = \frac{0.502}{(0.206 + 0.064) // 0.2 + 0.064} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.43 \text{KA}$$

$$I_1^{(2)} = \frac{0.2}{0.2 + 0.206 + 0.064} \times 2.43 = 1.034 \text{KA}$$

$$\text{B 侧: } K_{lm} = \frac{2.43 + 1.034}{0.257} = 13.48 > 1.5 \quad \text{满足要求。}$$

### 五、相间横联差动电流方向保护死区的计算

双回线路中的一回线路，在靠近母线侧附近的区域内发生相间短路时，母线上残压很小，方向继电器将会拒动，这个区域就是电压死区。电压死区一般不应大于全长的 10%；在线路末端附近短路时，由于流入方向继电器中的电流很小，继电器将拒动，这个区域就是电流死区。对电流死区一般没什么要求，因为当对侧横联差动保护跳开短路器后，电流死区将自动消失，它与电流元件的相继动作区相比是较小的，所以一般可不考虑。

确定电压死区的整定计算：一般不需要十分精确，可用方向继电器的最小动作电压计算。例如 LLG-3 型方向继电器，当电流为 5A 时，其最小动作电压为 0.3V。

$$\text{整定公式: } I_{sq} = \frac{U_{dz.min} n_{YH}}{\sqrt{3} I_{d.min} Z_l}$$

其中  $U_{dz.min}$  一方向继电器最小动作电压值 (V)

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/487134136140006200>