

S 地区火电厂电气设计

目录

S 地区火电厂电气设计	1
引言	2
1、主接线方案拟定	2
1.1、10kV 侧主接线方案	2
1.2、220kV 侧主接线方案	3
1.3、330kV 侧主接线方案	4
2、发电机及变压器的选择	7
2.1、变压器的选择	7
2.2、发电机的选择	9
3、短路电流的计算	10
3.1、标幺值的计算	10
3.2、最大运行方式下的三相短路电流计算	12
则百分电抗为	23
3.4、最小方式下的两相短路计算	24
4、电气设备的选择与校验	26
4.1、断路器的选择与校验	26
4.2、隔离开关的选择	34
4.3、电流互感器的选择与校验	40
4.4、发电机出口处电流互感器的选择	46
4.5、电压互感器的选择	47
4.6、母线的选择及校验	49
4.6.2、10.5kV 母线选择及校验	49
5、厂用电接线的设计原则和接线形式	53
5.1、厂用电的接线要求	53
5.2、高压厂用电压等级的确定	53
5.3、厂用电系统中性点接地方式	53
5.4、厂用变压器选择	53
6、配电装置规划及布置	55
6.1、选择配电装置的条件	55
6.2、屋内配电装置选择与规划	55
6.3、屋外配电装置的选择与规划	55
7、防雷保护	56
7.1、避雷器的用途	56
7.1.3、220kV 侧变压器避雷器的选择和校验	57
8、变压器保护	60
8.1、330kV 变压器纵差动保护	60
8.2、220kV 变压器纵差动保护	61
8.3、330kV 变压器相间短路后备保护	61
(1) 保护的启动值按躲过最大负荷电流来整定:	61
8.4、220kV 变压器相间短路后备保护	62
8.5、瓦斯保护	62

参考文献.....	63
附录 1 电气主接线图	65
附录 3 变压器继电保护图	66
(1) 220kV 双绕组单变压器纵差保护接线图	66
(2) 330kV 双绕组单变压器纵差保护接线图	67

引言

本次课设是关于三宁地区火电厂的电气设计，准备在该地区新建凝汽式火力发电厂，总共有 4 台发电机组，两台 500MW 和两台 300MW，装机容量共 700MW。为了更好的满足稳定性和可靠性的设计要求，主接线部分进行了比对选择，以便选到最经济合理的接线方式。其中，电气设备也对发电厂的布置起着至关重要的作用，比如，主接线的拓扑结构会因为断路器的操作结果改变，变压器和配电装置如果选择不恰当会扩大故障范围。除此之外，火电厂继电保护的可靠性也尤为重要，而且可靠性会受多种因素影响。为了三宁地区的火电厂能够安全稳定的运行，需要对变压器进行保护，保护设备受雷电影响也很大，所以需要为火电厂选择合适的避雷设备，如避雷器。

1、主接线方案拟定

此电厂的装机容量为 $2*300MW+2*50MW=700MW$ ，有三个电压等级分别为 330KV、220KV 和 10KV。为了满足主接线设计的经济性和可靠性等要求，330KV 高压侧有 6 回出线，拟采用一台半断路器接线或双母线带旁路母线接线方式，220KV 中压侧有 6 回出线，可以用单母线分段带旁路母线或者双母线带旁路母线的接线方式，10KV 低压侧有 12 回出线，可采用双母线单分段接线方式或者双母线分段带旁路母线接线方式。现提出两种方案进行比较选择。

1.1、10kV 侧主接线方案

表 1.1 10KV 侧主接线方式概述

方案	接线方式	接线方式概述
一	双母线带旁路母线	<p>双母线带旁路接线就是在双母线接线的基础上，增设旁路母线，不仅有双母线分段的特点，而且当主变压器检修时线路仍可以继续工作运行。</p> <p>(1) 优点</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 可以灵活的进行调度 b. 检修方便且供电具有可靠性； c. 扩建方便，可以向两组母线任何方向扩建，均不影响工作。 <p>(2) 缺点：</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 所用设备多(特别是隔离开关)； b. 配电装置复杂，经济性差； c. 在运行中，容易发生误操作，这对实现自动化不便。
二	双母线单分段接线方式	<p>(1) 优点</p> <ol style="list-style-type: none"> b. 可以灵活的进行调度； b. 检修方便且供电具有可靠性； c. 扩建方便，可以向两组母线任何方向扩建，均不影响工作。 <p>(2) 缺点：</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 常使架空线路交叉跨越，影响可靠性； b. 仅适用小容量发电厂的发电机电压配电装置。

1.2、220kV 侧主接线方案

表 1.2 220KV 侧主接线方式概述

方案	接线方式	接线方式概述
一	双母线带旁路母线	<p>(1) 优点</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 限制短路电流，简化继电保护 b. 提高供电灵活性有可靠性 c. 当一段母线发生故障，可保证正常线路不间断供电 <p>(2) 缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 配电装置复杂，经济性差 b. 在运行中，容易发生误操作，这对实现自动化不便
二	单母线分段带旁路母线	<p>(1) 优点</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 可以灵活的进行调度 b. 检修方便且供电具有可靠性 c. 扩建方便，可以向两组母线任何方向扩建，均不影响工作 <p>(2) 缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 常使架空线路交叉跨越，影响可靠性 b. 仅适用小容量发电厂的发电机电压配电装置 c. 经济性差

1.3、330kV 侧主接线方案

表 1.3 330KV 侧主接线方式概述

方案	接线方式	接线方式概述
一	一台半断路器接线	<p>通常在 330~500kV 配电装置中，当进出线为 6 回及以上，配电装置在系统中具有重要地位，则宜采用一台半断路器接线。</p> <p>(1) 优点：</p> <p>a. 任一母线故障或检修均不引起停电，任一断路器检修也不引起停电</p> <p>b. 两组母线同时故障（或一组母线检修另一组母线故障）的极端情况下，功率仍能继续输送</p> <p>(2) 缺点：当一段母线或母线隔离开关故障或检修时，该段母线的回路都要在检修期间内停电</p>
二	双母线带旁路母线接线	<p>(1) 优点</p> <p>a. 提高供电灵活性有可靠性</p> <p>b. 调度灵活</p> <p>(2) 缺点：</p> <p>a. 当一组母线故障时，仍会短时停电</p>

综上所述，330kV 侧采用一台半断路器接线方式就能满足可靠性和灵活性及经济实性要求，对于 220 及 10kV 侧，分别采用双母线带旁路母线和双母线分段接线方式，且对于 300MW 的发电机组，通常和双绕组变压器之间宜构成单元接线形式，电气简图如图 1.1 所示。

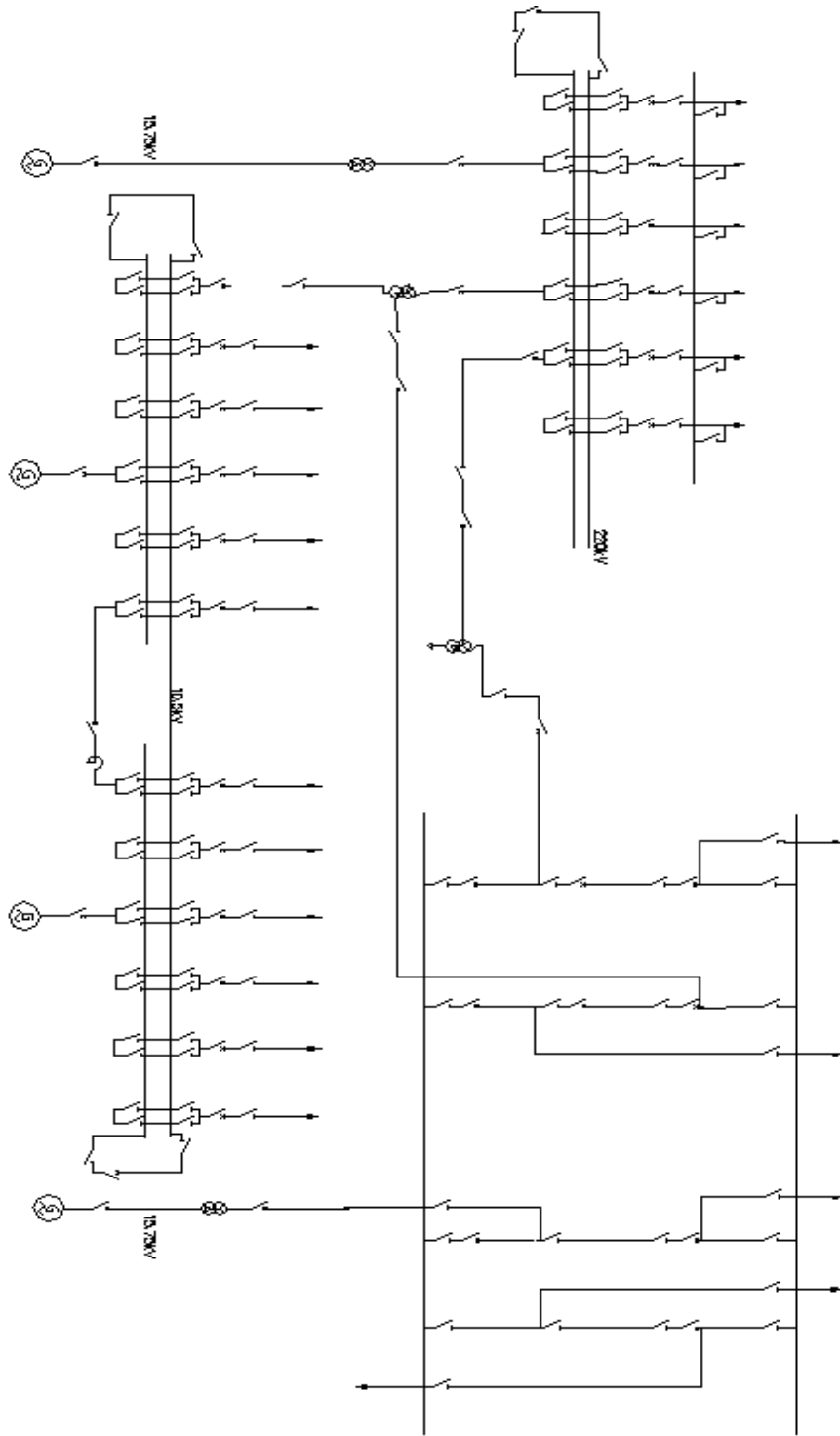


图 1.1 电气简图

2、发电机及变压器的选择

2.1、变压器的选择

根据原始资料分析出与 300MW 的发端机组构成单元接线的是双绕组变压器，共有两台；连接三个电压等级的是一台三绕组变压器；联络变压器选择三绕组的变压器，其高压侧和中压侧分别连接 330kV 电压等级和 220kV 电压等级，低压侧作为消除三次谐波的平衡线圈。

2.1.1、双绕组变压器型号的选择

依据《电力工程电气设计手册 电气一次部分》书上关于计算发电机—变压器单元接线的容量公式： $S_N \approx 1.1P_{GN}(1-K_p)/\cos\varphi_G$ (1-1)

其中， P_{GN} —发电机额定容量， $\cos\varphi_G$ —发电机额定功率因数， K_p —厂用电率

由式 (1-1) 计算出 $S_N \approx 1.1P_{GN}(1-K_p)/\cos\varphi_G = 1.1 \times 300 \times (1-0.07)/0.8 = 384(MVA)$

通过查找《电力工程电气手册（上下）》一书，选择容量为 400MW 的变压器。

则与 330kV 侧相连的变压器型号选择 SFP-400000/330，其参数如表 2.1 所示。

表 2.1 SFP-400000/330 的参数

额定容量 (kVA)	连接组别	额定电压 (kV)	空载损耗 (kW)	阻抗电压 (%)
400000	YN,d11	高压：363 ± 2 × 2.5% 低压：20	214	15

与 220kV 侧相连的变压器型号选择 SFP-400000/220，其参数如表 2.2 所示。

表 2.2 SFP-400000/220 的参数

额定容量 (kVA)	连接组 别	额定电压 (kV)	空载损 耗(kW)	阻抗电压 (%)
400000	Y _N ,d ₁₁	高压: 262 ± 2 × 2.5% 低压: 18	250	14

2.1.2、三绕组变压器型号的选择

依据《电力工程电气设计手册 电气一次部分》一书，计算高压侧母线和与发电机相连的母线之间的变压器容量公式为：

$$S_N \approx \left[\sum P_{GN}(1 - K_p) / \cos \varphi_G - P_{\min} / \cos \varphi \right] / n \quad (1-2)$$

$\sum P_{GN}$ —发电机电压母线上的机组容量之和， P_{\min} —发电机电压母线上的最小负荷， $\cos \varphi_G$ —发电机额定功率因数， $\cos \varphi$ —负荷功率因数， K_p —厂用电率， n —发电机电压母线上的主变压器台数。

由式 (1-2) 计算出 $S_N \approx [100 \times (1 - 7\%) / 0.85 - 15 / 0.85] / 1 = 91.76 MVA$

通过查找《电力工程电气手册 (上下)》一书，选择容量为 240MW 的变压器。

则三绕组变压器型号选择 OSFPS-240000/330，其参数如表 2.3 所示。

表 2.3 OSFPS-240000/330 的参数

额定容量 (kVA)	容量比 /MVA	额定电压 (kV)	空载损耗(kW)	阻抗电压 (%)	连接组别
240000	240000/ 240000/ 40000	高压: $330 \pm 2 \times 1\%$ 中压: 242 低压: 10.5	121	高中: 8.7 高低: 15.8 中低: 13.1	Y _N y _n d ₁₁

2.1.3、联络变压器型号的选择

根据《发电厂电气部分》关于联络变压器选择原则，比如，联络变压器一般选择一台，可以为自耦变压器。除此之外，为了解决母线上最大一台机组停运时电路负荷不能被满足的问题，联络变压器可以选择与母线上最大一台机组容量相同。

故选择联络变压器容量为 300MW，和 220kV、330kV 侧最大一台机组容量相同，型号选 OSFPSZ-360000/330 的变压器，其参数如下表 2.4 所示。

表 2.4 OSFPSZ-360000/330 的参数

额定容量 (kVA)	容量比/MVA	额定电压 (kV)	空载损耗(kW)	阻抗电压 (%)	连接组别
360000	360000/ 360000/ 90000	高压: 363 中压: $242 \pm 8 \times 1.25\%$ 低压: 10.5	89	高中: 12.33 高低: 49.48 中低: 36.4	Y _N y _n d ₁₁

2.2、发电机的选择

根据任务书选择两台容量为 50MW 的汽轮发电机，型号为 QFS-50-2 和两台容量为 300MW 的汽轮机型号为 QFS-300-2。

3、短路电流的计算

3.1、标么值的计算

3.1.1、各元件标么值计算

(1) 由任务书得到系统的基准容量 S_B 为 100MVA, 330kV 母线上电抗的标么值为 0.021。

(2) 与 10.5kV 电压母线相连的发电机 G_1G_2 选择的型号是 $QFS-50-2$, 它的变 X_d'' 为 0.1953; 分别与 220kV 母线和 330kV 母线相连的发电机 G_3G_4 的 X_d'' 为 0.167。

即发电机 G_1G_2 的电抗标么值为 $X_{1*} = X_{2*} = X_d'' \frac{S_B}{S_{GN}} = 0.1953 \times \frac{100}{50/0.8} = 0.312$

$$G_3G_4 \text{ 的电抗标么值 } X_{3*} = X_{4*} = X_d'' \frac{S_B}{S_{GN}} = 0.167 \times \frac{100}{300/0.85} = 0.047$$

(3) 本设计中两台 50MW 发电机 G_3 、 G_4 的额定电流为 $I_{GN} = \frac{50/0.8}{\sqrt{3} \times 10.5} = 3.44kA$

在 10.5kV 母线分段回路电抗器的选择上, 需要依据母线上切除最大一台发电机的时候, 会通过电抗器的电流进行选择。一般来说, 选取该台发电机 0.5-0.8 倍额定电流。在 10kV 分段母线线路上, 通过电抗器的电流选取台发电机 0.5 倍额定电流, 则 $I_N = 0.5I_{GN} = 0.5 \times 3440 = 1720A$, 依据上述选择原则选取的电抗器型号为 $NKL-10-2000-10$, 查找数据手册得到次电抗器的额定电流 $I_N = 2000A$, $U_N = 10kV$, $X_L(\%) = 10$, 由此得出母线电抗的标么值为:

$$X_{L*} = \frac{X_L(\%)}{100} \times \frac{U_N}{\sqrt{3}I_N} \times \frac{S_B}{U_{av.n}^2} = \frac{10}{100} \times \frac{10}{\sqrt{3} \times 2} \times \frac{100}{10.5^2} = 0.26$$

3.1.2、变压器各绕组电抗标么值

$$330kV \text{ 主变压器: } X_{T*} = \frac{U_k(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{15}{100} \times \frac{100}{400} = 0.0375$$

$$220\text{kV 主变压器: } X_{T*} = \frac{U_k(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{14}{100} \times \frac{100}{400} = 0.035$$

联络变压器 T: OSFPSZ7-360000/330

$$U_{k1}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-2)}(\%) + U_{(1-3)}(\%) - U_{(2-3)}(\%)] = \frac{1}{2}(12.33 + 49.4 - 36.4) = 12.665$$

$$U_{k2}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-2)}(\%) + U_{(2-3)}(\%) - U_{(1-3)}(\%)] = \frac{1}{2}(12.33 + 36.4 - 49.4) = -0.335$$

$$U_{k3}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-3)}(\%) + U_{(2-3)}(\%) - U_{(1-2)}(\%)] = \frac{1}{2}(49.4 + 36.4 - 12.33) = 36.735$$

$$X_{T1*} = \frac{U_{k1}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{12.665}{100} \times \frac{100}{360} = 0.035$$

$$X_{T2*} = \frac{U_{k2}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{-0.335}{100} \times \frac{100}{360} = -0.001$$

$$X_{T3*} = \frac{U_{k3}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{36.735}{100} \times \frac{100}{360} = 0.102$$

10kV 侧三绕组变压器 T: OSFPS-240000/330

$$U_{k1}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-2)}(\%) + U_{(1-3)}(\%) - U_{(2-3)}(\%)] = \frac{1}{2}(8.7 + 15.8 - 13.1) = 5.7$$

$$U_{k2}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-2)}(\%) + U_{(2-3)}(\%) - U_{(1-3)}(\%)] = \frac{1}{2}(8.7 + 13.1 - 15.8) = 3$$

$$U_{k3}(\%) = \frac{1}{2}[U_{(1-3)}(\%) + U_{(2-3)}(\%) - U_{(1-2)}(\%)] = \frac{1}{2}(13.1 + 15.8 - 8.7) = 10.1$$

$$X_{T1*} = \frac{U_{k1}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{5.7}{100} \times \frac{100}{240} = 0.024$$

$$X_{T2*} = \frac{U_{k2}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{3}{100} \times \frac{100}{240} = 0.0125$$

$$X_{T3*} = \frac{U_{k3}(\%)}{100} \times \frac{S_B}{S_N} = \frac{10.1}{100} \times \frac{100}{240} = 0.042$$

3.2、最大运行方式下的三相短路电流计算

3.2.1、全系统等值电路图

全系统等值电路图如图 3.1 所示。

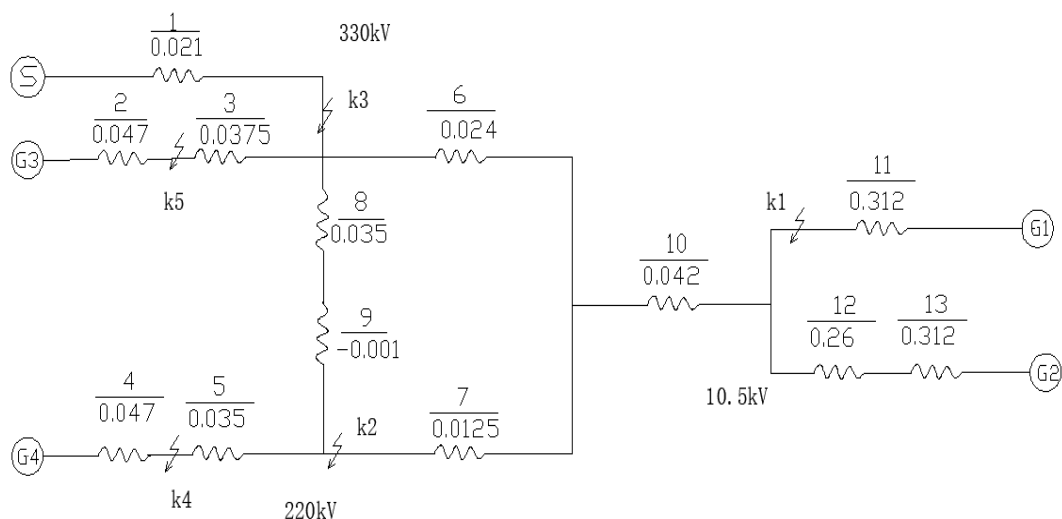


图 3.1 全系统等值电路图

取 5 个短路点，分别计算出在最大运行方式下的短路电流周期分量有效值、三相短路冲击电流有效值以及三相短路功率。10.5kV 母线侧取 k1 点为短路点，220kV 母线侧取 k2 点为短路点，330kV 母线侧取 k3 点为短路点，与 220kV 母线相连的发电机 G4 出口处的短路点为 k4，与 330kV 母线相连的发电机 G3 出口处的短路点为 k5。

3.2.2、330kV 母线侧短路的计算

(1) k3 点发生短路，其等值电路图如下图 3.12 所示。

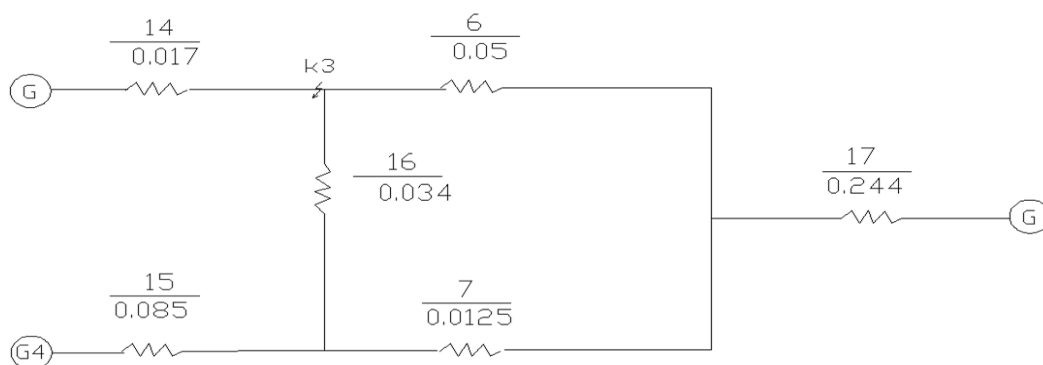


图 3.2 k3 点处短路等值电路图

$$X_{14} = X_1 // (X_2 + X_3) = 0.021 // (0.047 + 0.035) = 0.017$$

$$X_{15} = X_4 + X_5 = 0.047 + 0.0375 = 0.085$$

$$X_{16} = X_8 + X_9 = 0.035 - 0.001 = 0.034$$

$$X_{17} = X_{11} // (X_{12} + X_{13}) + X_{10} = 0.312 // (0.26 + 0.312) + 0.042 = 0.244$$

△-Y 变换图如图 3.3 所示。

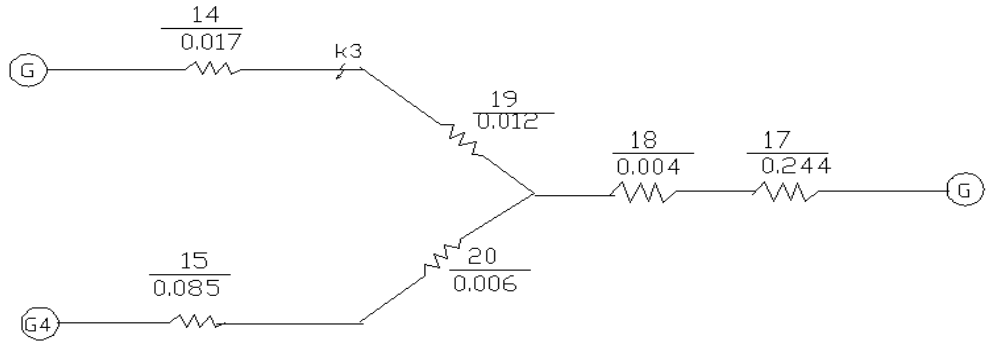


图 3.3 △-Y 变换图

$$X_{18} = \frac{X_6 \times X_7}{X_6 + X_7 + X_{16}} = \frac{0.024 \times 0.0125}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.004$$

$$X_{19} = \frac{X_6 \times X_{16}}{X_6 + X_7 + X_{16}} = \frac{0.024 \times 0.034}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.012$$

$$X_{20} = \frac{X_7 \times X_{16}}{X_6 + X_7 + X_{16}} = \frac{0.034 \times 0.0125}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.006$$

化简图如下图 3.4 所示。

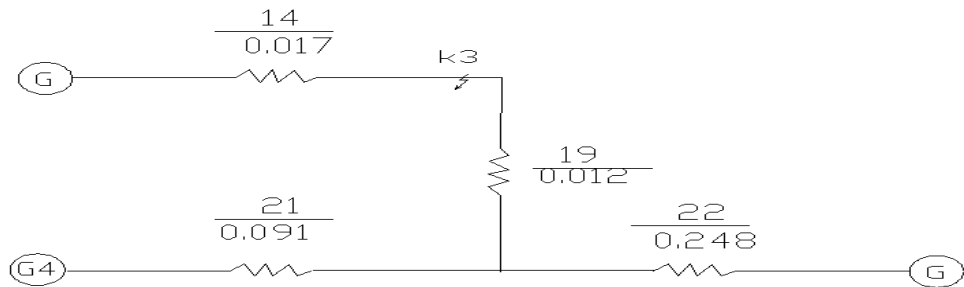


图 3.4 化简图

$$X_{21} = X_{15} + X_{20} = 0.085 + 0.006 = 0.091$$

$$X_{22} = X_{17} + X_{18} = 0.244 + 0.004 = 0.248$$

$$X_{*\Sigma} = (X_{21} // X_{22} + X_{19}) // X_{14} = (0.091 // 0.248 + 0.012) // 0.017 = 0.014$$

即该点电流周期分量的有效值为

$$I_{k3} = I_{k*} \times \frac{S_B}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1}{X_{*\Sigma}} \times \frac{S_B}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1}{0.014} \times \frac{100}{\sqrt{3} \times 345} = 11.95(\text{kA})$$

冲击有效值 $I_{sh} = 1.52I_{k3} = 1.52 \times 11.95 = 18.16(\text{kA})$

冲击电流最大值 $i_{sh} = 2.55I_{k3} = 2.55 \times 11.95 = 30.47(\text{kA})$

(2) k5 点发生短路，其等值电路图如下图 3.5 所示。

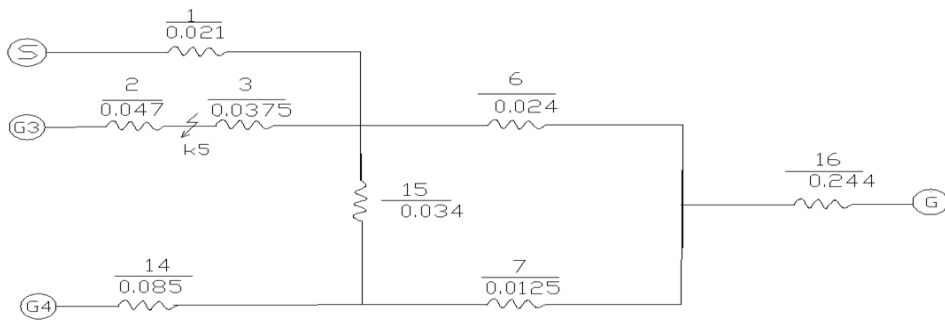


图 3.5 k5 点等值电路图

$$X_{14} = X_4 + X_5 = 0.047 + 0.0375 = 0.085$$

$$X_{15} = X_8 + X_9 = 0.035 - 0.001 = 0.034$$

$$X_{16} = X_{11} // (X_{12} + X_{13}) + X_{10} = 0.312 // (0.26 + 0.312) + 0.042 = 0.244$$

Δ -Y 变换图如图 3.6 所示

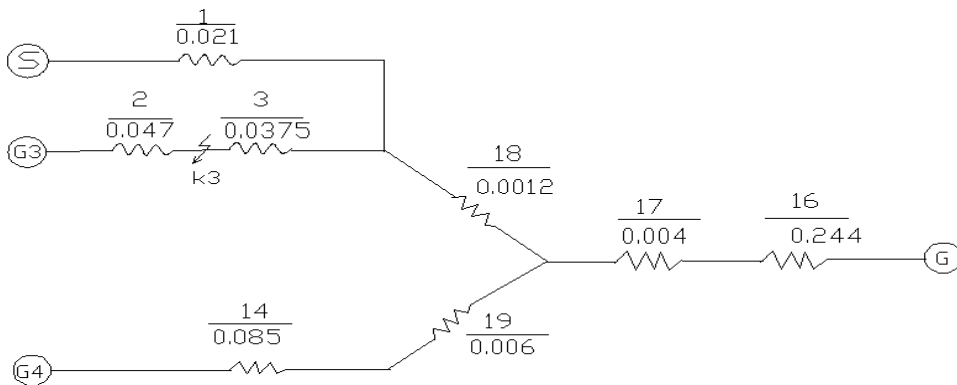


图 3.6 Δ -Y 变换图

$$X_{17} = \frac{X_6 \times X_7}{X_6 + X_7 + X_{15}} = \frac{0.024 \times 0.0125}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.004$$

$$X_{18} = \frac{X_6 \times X_{15}}{X_6 + X_7 + X_{15}} = \frac{0.024 \times 0.034}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.012$$

$$X_{19} = \frac{X_7 \times X_{15}}{X_6 + X_7 + X_{15}} = \frac{0.034 \times 0.0125}{0.024 + 0.0125 + 0.034} = 0.006$$

化简图如下图 3.7 所示

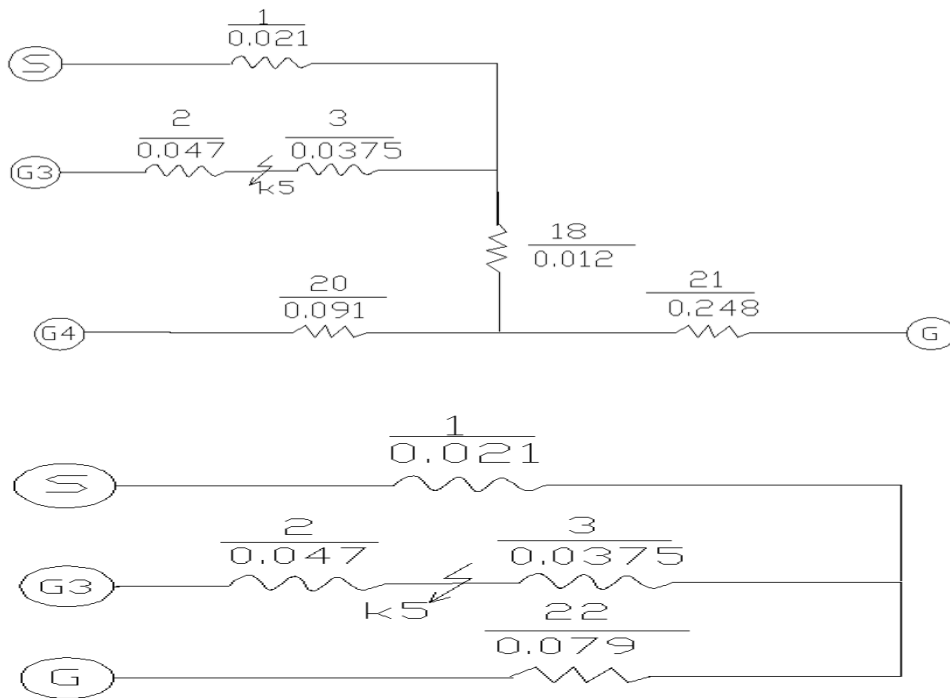


图 3.7 化简图

$$X_{20} = X_{14} + X_{19} = 0.085 + 0.006 = 0.091$$

$$X_{22} = X_{20} // X_{21} + X_{18} = 0.091 // 0.248 + 0.012 = 0.079$$

$$X_{*\Sigma} = (X_1 // X_{22} + X_3) // X_2 = (0.021 // 0.079 + 0.035) // 0.047 = 0.025$$

即该点电流周期分量的有效值为

$$I_{k5} = I_{k*} \times \frac{S_B}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1}{X_{*\Sigma}} \times \frac{S_B}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1}{0.025} \times \frac{100}{\sqrt{3} \times 345} = 6.69(\text{kA})$$

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/158142114060006100>