



数据加载失败，请稍后重试！

178108



高等学校教材



# 电力系统故障分析习题集

华北电力学院 刘万顺 主编

水利电力出版社



京电力大 00108139

## 内 容 提 要

本书按《高等学校教材电力系统故障分析》，从不同角度对电力系统故障分析的基本概念、基本理论和基本方法分章进行了简明扼要的归纳、小结和扩展，并结合约40道典型例题进行了深入浅出的分析；收集编写了约220道习题并给出了全部计算题的答案。全书共分八章。内容包括：电力系统各主要元件等值电路参数的分析和计算；同步电机对称故障暂态过程的分析和计算；电力系统简单不对称故障的分析和计算；电力系统复故障的分析和计算；超高压电力系统故障暂态过程的分析和计算；电子数字计算机在电力系统故障计算中的应用。

本书为高等学校电力系统继电保护及自动、远动技术专业教材，同时可作为电力类其他专业的大学本科生和研究生的教学参考书，也可供从事电力系统和继电保护自动化工作的工程技术人员参考。

高等学校教材  
电力系统故障分析习题集  
华北电力学院 刘万顺 主编

水利电力出版社出版  
(现中国电力出版社)  
(北京三里河路5号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售  
北京市京东印刷厂印刷

787毫米×1092毫米 16开本 9印张 200千字  
1994年6月第一版 1997年6月北京第二次印刷

印数 4131—6130册  
ISBN 7-120-01719-5/TM·510  
定价 8.50元

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

## 前 言

本书系根据1989年10月电力系统教材编审组扩大会议通过的“电力系统故障分析习题集”编写大纲编写的。

编写中参考了国内外与其有关的大量书籍及文献资料,吸取了本教材《电力系统故障分析》多年的使用经验。本书的每一章在结构上都分为三部分:第一部分是对本章所涉及的基本概念、基本理论和分析方法进行简明扼要的概括、总结和扩展,以帮助读者启迪思维,抓住重点,搞清问题的实质;第二部分是例题分析,着重于解题思路的分析和关键之点的剖析,以帮助读者联系实际,提高分析问题和解决问题的能力;第三部分是习题,所选题目是本着概念性强、难而不繁、简而不浅、类型多、重复少、结合实际好、具有典型性的原则进行精选,着重在于使读者消化基本概念,加深对理论的理解和掌握分析计算的方法。

本书由张新国、刘万顺编写。刘万顺为本书主编。

本书经东北电力学院张维国老师详细审阅,并提出了许多宝贵意见,谨致以衷心的感谢。

本书在编写过程中曾得到贺家李、杨以涵、杨奇逊、何仰赞、米麟书、倪以信、周波、沈友昌、何之文、刘沛等老师的支持、帮助,一些兄弟院校和有关单位还提供了许多参考资料,在此一并致以谢意。

限于水平,书中难免有不当甚至错误之处,恳望读者批评指正。

编者

1993年3月

# 目 录

前 言

|        |                           |     |
|--------|---------------------------|-----|
| 第一章    | 故障分析的基本知识 .....           | 1   |
| 第二章    | 同步电机的基本方程和对称故障分析 .....    | 13  |
| 第三章    | 电力系统元件的各序参数和等值电路 .....    | 23  |
| 第四章    | 简单不对称故障的分析计算 .....        | 38  |
| 第五章    | 不对称故障时系统中各电气量值的分布计算 ..... | 52  |
| 第六章    | 用电子数字计算机计算电力系统故障的方法 ..... | 67  |
| 第七章    | 复故障计算 .....               | 95  |
| 第八章    | 超高压远距离输电线的短路暂态过程 .....    | 114 |
| 部分习题答案 | .....                     | 128 |

# 第一章 故障分析的基本知识

## 内 容 提 要

短路是电力系统故障的基本形式。计算分析的基本步骤是：制订电力系统故障时的等值网络，网络化简，对短路暂态过程进行实用计算。

电力系统的等值电路图多以单线图画出，各元件的物理量及参数常用标么值表示。

一个物理量的标么值是指这个物理量的实际值与所选基准值的比值，采用标么制首先要选定基准值。基准值的选择原则上是任意的，但为了使标么值和有名值的计算公式保持同样形式，基准值的选择就必须遵循某些约束条件。

对称三相系统可取一相进行计算，所以单相电路的基准值是计算的基础，三相系统基准值的规定完全是为了计算方便，使三相功率和单相功率的标么值相等、线电压（等值星形接法）和相电压的标么值相等。

制订用标么值参数表示的等值电路时，对于直接电气联系的网络，各元件的参数必须按统一的基准值归算。当网络中有变压器时，整个输电系统的基准功率仍应统一；至于基准电压，为了建立便于计算的直接电气联系的等值电路，则要求相邻两段电路的基准电压的比值应等于变压器的变比，这样可使变压器的标么值变比等于1，易于化为直接电气联系的等值电路，其标么值的计算有如下两种方法。

（1）精确算法：要求相邻两段电路基准电压的比值等于变压器的实际变比。计算步骤为：设某一电压段为基本段，确定基本段的电压基准值，根据变压器的变比进行折算，逐一地求出其他各段的电压基准值，分别用各段的实际参数及其相应的基准值求标么值。应当指出，对于某些实际网络（图1-1所示的多级电压的电力系统即为其一例），由于变压器的变比各不相同，就有可能使得在所制订的等值电路中的个别地方不得不引入带有非标准变比的理想变压器，从而给计算带来一些麻烦。

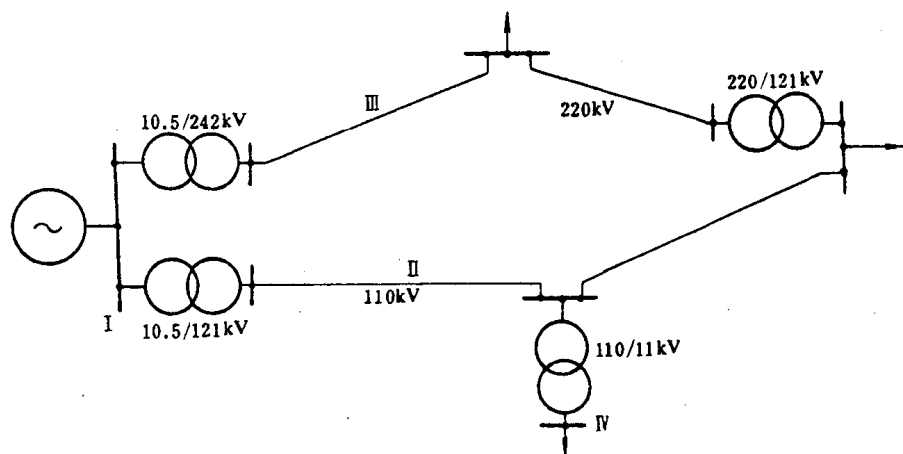


图 1-1 多级电压的电力系统

(2) 近似算法: 在计算中假设各个变压器的变比就等于其两侧的平均额定电压之比, 便可避免上述问题, 并且如果再设基本段的电压基准值等于该段的平均额定电压, 则其他各段的基准电压自然就等于各相应段的平均额定电压, 故这时在计算中就规定, 各个电压等级都以其对应的平均额定电压作为基准电压, 从而简化了计算。

网络化简的具体任务主要是求等值的组合电势、组合电抗或者转移电抗, 方法很多, 而利用网络的对称性化简的方法应尽量先用。所谓网络对短路点的对称性, 是指循着短路电流的流向观察网络或网络中的某一局部, 如果其中的两部分或几部分的对应处连接相同、阻抗相等或阻抗比值相等, 则就符合对称性条件, 可以归并具有对称性的部分, 进行简单处理。在电力系统短路暂态过程实用计算中的主要计算量如下。

### 1. 短路冲击电流

$$i_{imp} = \sqrt{2} K_{imp} I_{per}$$

式中  $K_{imp}$ ——冲击系数, 在实用计算中, 当短路发生在12MW及以上的发电机母线上时 (即发电机出口处), 取  $K_{imp} = 1.9$ , 当短路发生在其他各点时, 取  $K_{imp} = 1.8$ ;

$I_{per}$ ——短路电流周期分量的有效值。

### 2. 短路全电流的最大有效值

$$I_{imp} = I_{per} \sqrt{1 + 2(K_{imp} - 1)^2}$$

### 3. 短路功率

$$S_{kt} = \sqrt{3} U_N I_{kt}$$

式中  $U_N$ ——短路处的额定电压;

$I_{kt}$ —— $t$ 时刻短路电流周期分量的有效值。

须注意, 计算  $I_{per}$  是进行上述计算的基础。

## 例 题 分 析

【例题 1-1】有一电力系统的等值网络如图1-2(a)所示, 各元件在统一基准下的标么值参数已标在图中, 当在图中K点发生三相短路时, 试求:

- (1) 网络对短路点的等值组合电抗  $x_{k\Sigma}$  和组合电势  $\dot{E}_{\Sigma}$ ;
- (2) 网络中各支路的电流分布系数;
- (3) 各电源与短路点之间的转移电抗;
- (4) 通过短路点的短路电流  $\dot{I}_k$ 。

解

(1) 求  $x_{k\Sigma}$  和  $\dot{E}_{\Sigma}$ 。由图1-2(a)中标出的参数看出, 各支路阻抗均为纯电抗 (感抗), 各电源电势的初始相位相同。在这种情况下, 化简的计算过程可按电阻电路处理, 最终得到的组合电抗仍为纯电抗,  $\dot{E}_{\Sigma}$  的初始相位与各电源电势的初始相位一样, 为  $+90^\circ$ 。

将  $jx_4$ 、 $jx_5$ 、 $jx_6$  构成的三角形电路转换成星形电路, 如图1-2(b)所示, 图中

$$x_7 = \frac{x_4 x_5}{x_4 + x_5 + x_6} = \frac{0.198 \times 0.198}{0.198 + 0.198 + 0.43} = \frac{0.198 \times 0.198}{0.826} = 0.0475$$

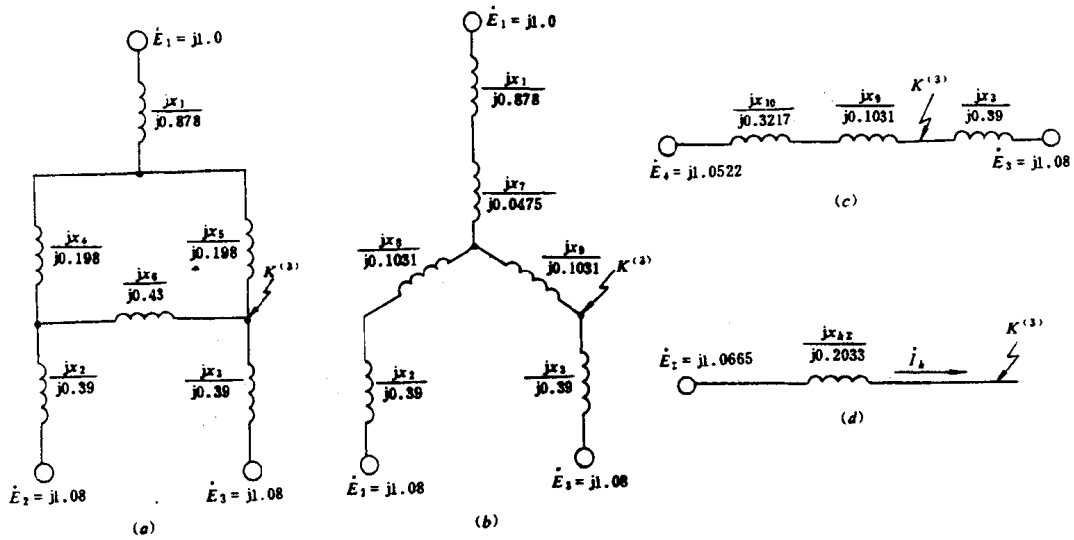


图 1-2 例题1-1图

$$x_8 = \frac{x_4 x_6}{x_4 + x_5 + x_6} = \frac{0.198 \times 0.43}{0.826} = 0.1031$$

$$x_9 = \frac{x_5 x_6}{x_4 + x_5 + x_6} = \frac{0.198 \times 0.43}{0.826} = 0.1031$$

合并  $\dot{E}_1$  和  $\dot{E}_2$  支路, 如图1-2(c) 所示, 图中

$$x_{10} = (x_1 + x_7) // (x_2 + x_8) = 0.9255 // 0.4931 = 0.3217$$

$$E_4 = x_{10} \left( \frac{E_1}{x_1 + x_7} + \frac{E_2}{x_2 + x_8} \right) = 0.3217 \left( \frac{1.0}{0.9255} + \frac{1.08}{0.4931} \right) = 1.0522$$

合并  $jx_{10}$ ,  $jx_9$ ,  $jx_3$ , 如图1-2(d) 所示, 图中

$$x_{k\Sigma} = x_3 // (x_9 + x_{10}) = 0.39 // 0.4248 = 0.2033$$

$$E_{\Sigma} = x_{k\Sigma} \left( \frac{E_4}{x_9 + x_{10}} + \frac{E_3}{x_3} \right) = 0.2033 \left( \frac{1.0522}{0.4248} + \frac{1.08}{0.39} \right) = 1.0665$$

(2) 求各支路的电流分布系数。令各电源电势为零, 在短路点加单位电流源, 在这种条件下求出的各支路电流即为各该支路的电流分布系数, 如图1-3(a) 所示, 图中

$$C_3 = I \frac{x_9 + x_{10}}{x_3 + x_9 + x_{10}} = \frac{(x_9 + x_{10})x_3}{(x_3 + x_9 + x_{10})x_3} = \frac{x_{k\Sigma}}{x_3} = \frac{0.2033}{0.39} = 0.5213$$

$$C_9 = 1 - C_3 = 1 - 0.5213 = 0.4787$$

$$C_1 = C_7 = C_9 \frac{x_2 + x_8}{(x_2 + x_8) + (x_1 + x_7)} = C_9 \frac{x_{10}}{x_1 + x_7} = 0.4787 \times \frac{0.3217}{0.9255} = 0.1664$$

$$C_2 = C_8 = C_9 \frac{x_{10}}{x_2 + x_8} = 0.4787 \times \frac{0.3217}{0.4931} = 0.3123$$

$x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$  支路电流分布系数正方向的规定如图1-3(b) 所示, 图中

$$C_4 = \frac{C_8 x_8 - C_7 x_7}{x_4} = \frac{0.3123 \times 0.1031 - 0.1664 \times 0.0475}{0.198} = 0.1227$$



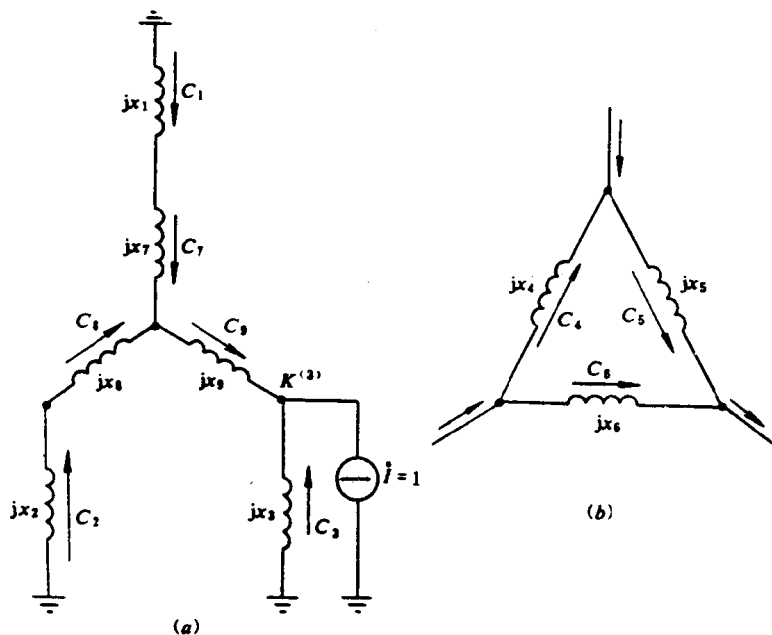


图 1-3 例题1-1图 2

$$C_5 = \frac{C_7 x_7 + C_9 x_9}{x_5} = \frac{0.1664 \times 0.0475 + 0.4787 \times 0.1031}{0.198} = 0.2892$$

$$C_6 = \frac{C_8 x_8 + C_9 x_9}{x_6} = \frac{0.3123 \times 0.1031 + 0.4787 \times 0.1031}{0.43} = 0.1897$$

(3) 求各电源与短路点之间的转移电抗

$$x_{1k} = \frac{x_{k\Sigma}}{C_1} = \frac{0.2033}{0.1664} = 1.222, \quad x_{2k} = \frac{x_{k\Sigma}}{C_2} = \frac{0.2033}{0.3123} = 0.6510$$

$$x_{3k} = \frac{x_{k\Sigma}}{C_3} = \frac{0.2033}{0.5213} = 0.3900$$

根据转移电抗的定义也可直接求得  $x_{3k}$  的值。

(4) 求通过短路点的短路电流  $I_k$ 。按以下两种方法计算:

$$1) \dot{I}_k = \frac{\dot{E}_{\Sigma}}{j x_{k\Sigma}} = \frac{j 1.0665}{j 0.2033} = 5.2459$$

$$2) \dot{I}_k = \frac{\dot{E}_1}{j x_{1k}} + \frac{\dot{E}_2}{j x_{2k}} + \frac{\dot{E}_3}{j x_{3k}} = \frac{j 1.0}{j 1.222} + \frac{j 1.08}{j 0.6510} + \frac{j 1.08}{j 0.3900} = 5.2466$$

这两种方法计算结果的误差是由于计算过程中的四舍五入误差造成的。

【例题 1-2】某电力系统如图1-4(a)所示,发电机F-1和F-2参数相同,各元件参数已在图中标出。

(1) 取  $S_B = 100 \text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ , 计算各元件的标么值参数;

(2) 当在网络中的K点发生三相短路时,求短路点的  $i_{imp}$ 、 $I_{imp}$  和  $S_{kt}$  的有名值;

(3) 求上述情况下流过发电机F-1和F-2的  $i_{imp}$  的有名值。

解

(1) 计算各元件参数在统一基准下的标么值。

各电压段的基准值为:

$$S_B = 100 \text{ MVA}$$

$$U_{B(1)} = 10.5 \text{ kV}, I_{B(1)} = \frac{S_B}{\sqrt{3} U_{B(1)}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 5.499 \text{ kA}$$

$$U_{B(2)} = 115 \text{ kV}, I_{B(2)} = \frac{S_B}{\sqrt{3} U_{B(2)}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 115} = 0.502 \text{ kA}$$

各元件参数的标么值为:

$$\text{发电机 } F-1, F-2, E''_* = \frac{E''}{U_{B(1)}} = \frac{11}{10.5} = 1.048$$

$$x_{d*}'' = 0.125 \times \frac{100}{50/0.8} = 0.200$$

$$\text{电抗器 } DK, x_{r*} = \frac{10}{100} \times \frac{5.499}{1.5} \times \frac{10}{10.5} = 0.349$$

$$\text{变压器 } B, x_{T*} = \frac{10.5}{100} \times \frac{100}{60} = 0.175$$

$$\text{输电线路 } L, x_{L*} = 0.4 \times 100 \times \frac{100}{115^2} = 0.302$$

等值网络如图1-4(b)所示。

因为网络中各电源电势相同, 故组合电势等于化简前的电源电势, 化简后的网络如图1-4(c)所示, 图中

$$E_{\Sigma*}'' = 1.048$$

$$x_{k\Sigma*} = (0.2/0.549) + 0.175 + 0.302 = 0.147 + 0.175 + 0.302 = 0.624$$

(2) 求短路点的  $i_{imp}$ 、 $I_{imp}$ 、 $S_{kt}$ 。

$$\text{周期分量有效值, } I_{per*}'' = \frac{E_{\Sigma*}''}{x_{k\Sigma*}} = \frac{1.048}{0.624} = 1.680$$

$$I_{per}'' = I_{per*}'' \times I_{B(2)} = 1.680 \times 0.502 = 0.843 \text{ kA}$$

取  $K_{imp} = 1.8$ , 则

$$i_{imp} = \sqrt{2} K_{imp} I_{per}'' = \sqrt{2} \times 1.8 \times 0.843 = 2.146 \text{ kA}$$

$$I_{imp} = \sqrt{1 + 2(K_{imp} - 1)^2} I_{per}'' = \sqrt{1 + 2(1.8 - 1)^2} \times 0.843 = 1.273 \text{ kA}$$

$$S_{kt} = I_{per*}'' S_B = 1.680 \times 100 = 168 \text{ MVA}$$

(3) 求流过发电机  $F-1$ 、 $F-2$  的  $i_{imp}$  的有名值。

通过  $F-1$  的  $i_{imp}$

$$i_{imp} = 2.146 \times \frac{115}{10.5} \times \frac{0.2}{0.549 + 0.2} = 6.276 \text{ kA}$$

通过  $F-2$  的  $i_{imp}$

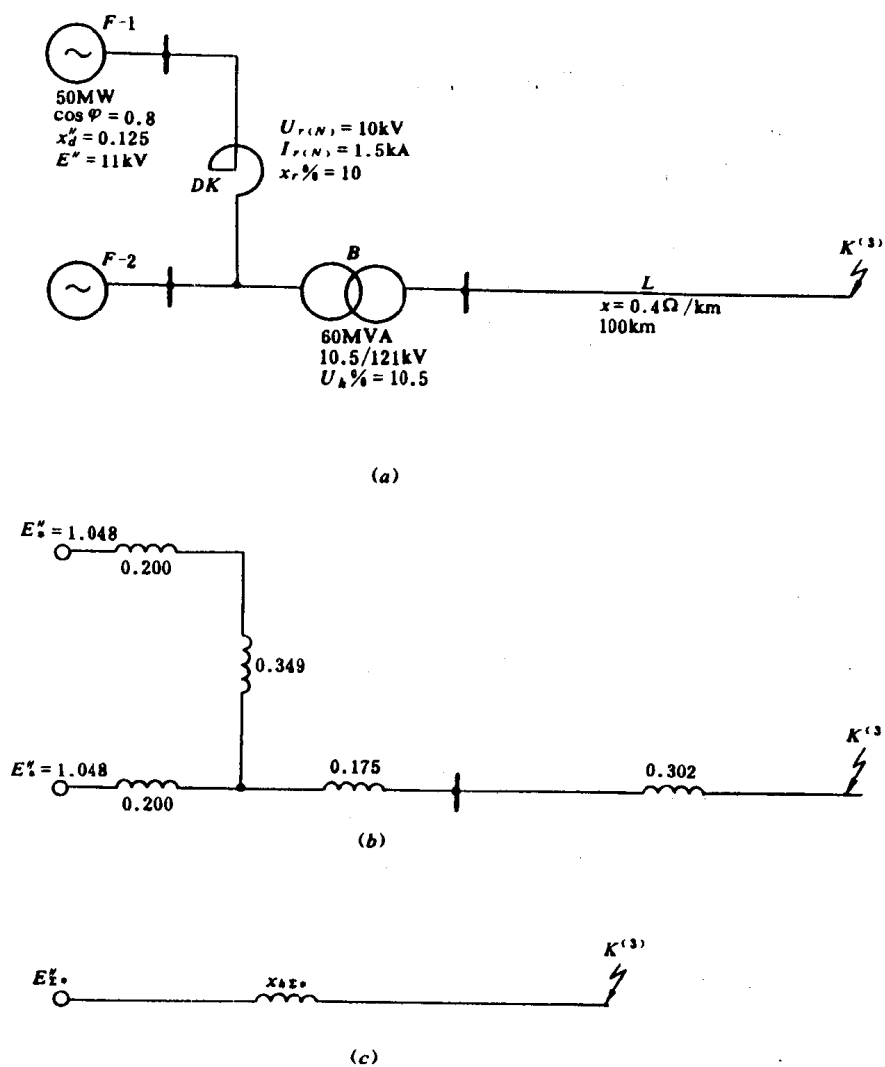


图 1-4 例题1-2图

$$i_{imp} = 2.146 \times \frac{115}{10.5} \times \frac{0.549}{0.549 + 0.2} = 17.228 \text{ kA}$$

### 习 题

1-1 有一电力系统如图1-5所示，若在K点发生三相短路，试定性分析在下列哪种情况下，短路点的电流数值最大？流过线路 $L_1$ 的电流数值最大？分析时不计各元件的电阻，并假定  $|\dot{E}_1| = |\dot{E}_2|$ 。

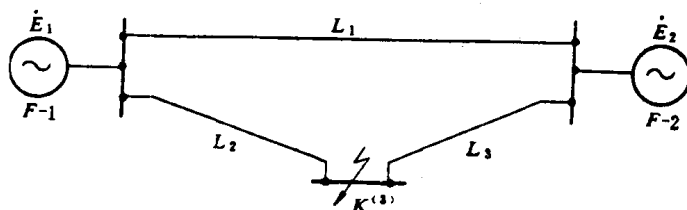


图 1-5 习题1-1图

- (1) 发电机  $F-1$  和  $F-2$  电势的相位差为  $0^\circ$ ;  
 (2) 发电机  $F-1$  和  $F-2$  电势的相位差为  $90^\circ$ ;  
 (3) 发电机  $F-1$  和  $F-2$  电势的相位差为  $180^\circ$ 。

1-2 试证明双绕组变压器漏抗的标么值, 分别以一、二次绕组为起点进行计算时, 所得计算结果是相同的。

1-3 有一条架空输电线路, 电压等级为  $35\text{ kV}$ , 长度为  $35\text{ km}$ , 每公里电抗  $x = 0.4\ \Omega/\text{km}$ , 取  $S_B = 100\text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ 。求线路的电抗标么值。

1-4 某发电机参数如下:  $P_N = 25\text{ MW}$ ,  $\cos\varphi_N = 0.8$ ,  $U_N = 6.3\text{ kV}$ ,  $E'' = 6.6\text{ kV}$ ,  $x_d'' = 0.163\ \Omega$ 。试求标么值  $S_*$ 、 $U_*$ 、 $E_*''$ 、 $x_{d*}''$  各为多少? (基准值自选)

1-5 有两台容量相同的发电机, 它们的额定电压分别为  $6.3\text{ kV}$  和  $10.5\text{ kV}$ , 这两台发电机以各自的额定值为基准值的电抗标么值相等。问这两台发电机的电抗有名值的比值是多少?

1-6 试证明在额定情况下定子绕组铜耗 ( $\Delta P$ ) 的标么值和定子绕组电阻的标么值相等。

1-7 某一线路上装有一台  $x_r\% = 5$  的电抗器, 其额定电流为  $150\text{ A}$ , 额定电压为  $6\text{ kV}$ , 若用另一台额定电流为  $300\text{ A}$ , 额定电压为  $10\text{ kV}$  的电抗器来代替它, 并要求电抗欧姆值保持不变。问这台电抗器的电抗百分数应为多少?

1-8 有一台三绕组变压器, 型号为  $\text{SSPSL}_1-90000/220$ ,  $S_N = 90\text{ MVA}$ , 电压为  $220/121/38.5\text{ kV}$ ,  $U_{k1-2}\% = 14.07$ ,  $U_{k2-3}\% = 7.65$ ,  $U_{k1-3}\% = 23.73$ , 取基准值  $S_B = 100\text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ 。试求变压器各侧电抗标么值, 并画出变压器的等值电路图。

1-9 有一台双绕组变压器参数为:  $S_N = 60\text{ MVA}$ , 电压为  $10.5/121\text{ kV}$ , 短路电压  $U_k\% = 10.5$ 。试求:

- (1) 归算到高压侧的漏抗有名值;  
 (2) 归算到低压侧的漏抗有名值;  
 (3) 取基准值  $S_B = 100\text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ , 计算变压器漏抗的标么值。

1-10 某台变压器参数如下:  $S_N = 31.5\text{ MVA}$ , 电压为  $35/6.6\text{ kV}$ , 短路损耗  $\Delta P = 180\text{ kW}$ ,  $U_k\% = 8$ 。试求以额定值为基准值的电抗和电阻的标么值。

1-11 某一电力系统的三个节点上接有一台三绕组变压器, 该变压器的参数为:  $S_N = 31.5\text{ MVA}$ , 电压为  $121/38.5/10.5\text{ kV}$ ,  $U_{k1-2}\% = 17$ ,  $U_{k1-3}\% = 10.5$ ,  $U_{k2-3}\% = 6$ 。问在中压侧和低压侧的电路中应分别接入多少欧姆的电抗才能使联接系统这三点的三条支路具有相同的电抗标么值。

1-12 一个电力系统的基准值选为  $110\text{ kV}$ ,  $250\text{ MVA}$ , 在一个交流计算台上 (单相) 进行模拟计算, 模拟所取基准值为  $50\text{ V}$  和  $1000\ \Omega$ 。如果模拟线路中测得电流为  $40\text{ mA}$ , 问对应实际系统中线路的电流是多少?

1-13 有一简单电力系统如图 1-6 所示, 各元件参数已标在图中, 选择基准值  $S_B = 100\text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ 。试求:

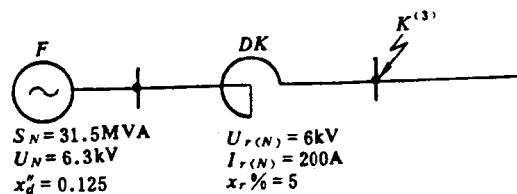


图 1-6 习题 1-13 图

(1) 各元件在统一基准下的电抗标么值;

(2) 画出等值网络并求出  $x_{k\Sigma}$ 。

1-14 某一电力系统的各元件连接及参数如图1-7所示,取基准值  $S_B = 100 \text{ MVA}$ 。试求:

(1) 用精确算法计算各元件参数的标么值,取 I 段为基本段,  $U_{BI} = 10.5 \text{ kV}$ ;

(2) 用近似算法计算各元件参数的标么值,取  $U_B = U_{av}$ 。

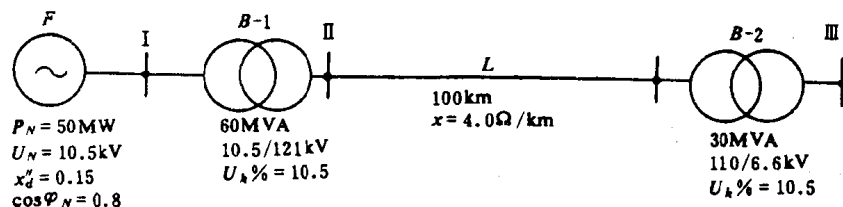


图 1-7 习题1-14图

1-15 变压器的额定容量是31.5MVA,额定电压为121/10.5kV,高压侧及低压侧绕组的电抗分别为24.3Ω和0.185Ω。试求:

(1) 变压器电抗折合到高压侧和低压侧的有名值;

(2) 变压器电抗折合到高压侧和低压侧的标么值。(取其额定值为基准值)

1-16 有一简单电力系统如图1-8所示,各元件数据如下:无限大功率电源,恒定电压10.5kV;变压器B-1,  $S_N = 3000 \text{ kVA}$ ,电压为10.5/38.5kV,  $U_k\% = 6$ ;变压器B-2,  $S_N = 3000 \text{ kVA}$ ,电压为36.6/10.5kV,  $U_k\% = 6.5$ ;线路  $L_1$ , 10 km, 0.4 Ω/km;线路  $L_2$ , 长为10km, 0.3 Ω/km。变压器给定的是实际分接头电压,短路电压是以分接头电压为基准值表示的,忽略励磁电流。试:

(1) 画出受端开关DL闭合时的准确标么值等值电路,并标明各处所选的电压基准值;

(2) 选功率基值为3000 kVA,计算线路  $L_2$  中电流(忽略负荷)。

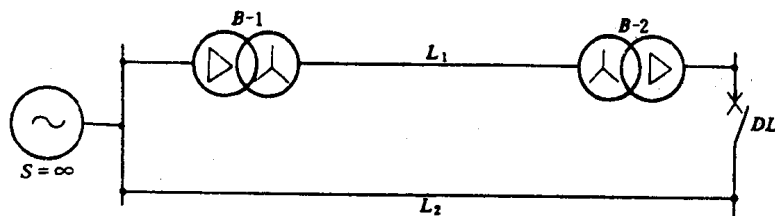


图 1-8 习题1-16图

1-17 某电力系统如图1-9所示,各元件参数如下:系统S,  $S_N = 600 \text{ MVA}$ ,  $x'' = 0.8$ ,  $U_N = 115 \text{ kV}$ ;发电机F-1、F-2,  $S_N = 30 \text{ MVA}$ ,  $x_d'' = 0.2$ ;发电机F-3,  $S_N = 60 \text{ MVA}$ ,  $x_d'' = 0.13$ ;变压器B-1、B-2,  $S_N = 31.5 \text{ MVA}$ ,  $U_k\% = 10.5$ ,电压为10.5/121kV;变压器B-3,  $S_N = 60 \text{ MVA}$ ,  $U_k\% = 10.5$ ,电压为10.5/121kV;电抗器DK,  $U_{r(N)} = 10 \text{ kV}$ ,  $I_{r(N)} = 1.5 \text{ kA}$ ,  $x_r\% = 10$ 。取基准值  $S_B = 100 \text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$ 。求:

(1) 各元件在统一基准值下的标么值;

(2) 在  $K_1$  点发生三相短路时,网络对短路点的组合电抗  $x_{k\Sigma}$ 。

1-18 某电力系统的等值网络如图1-10所示,图中标出了各元件的标么值参数。试求

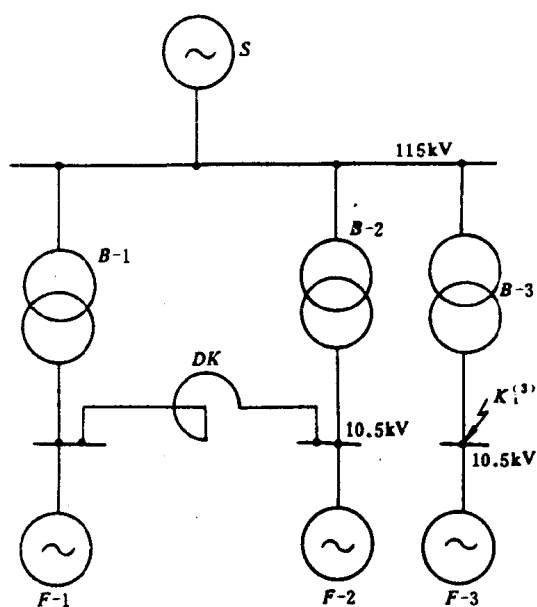


图 1-9 习题1-17图

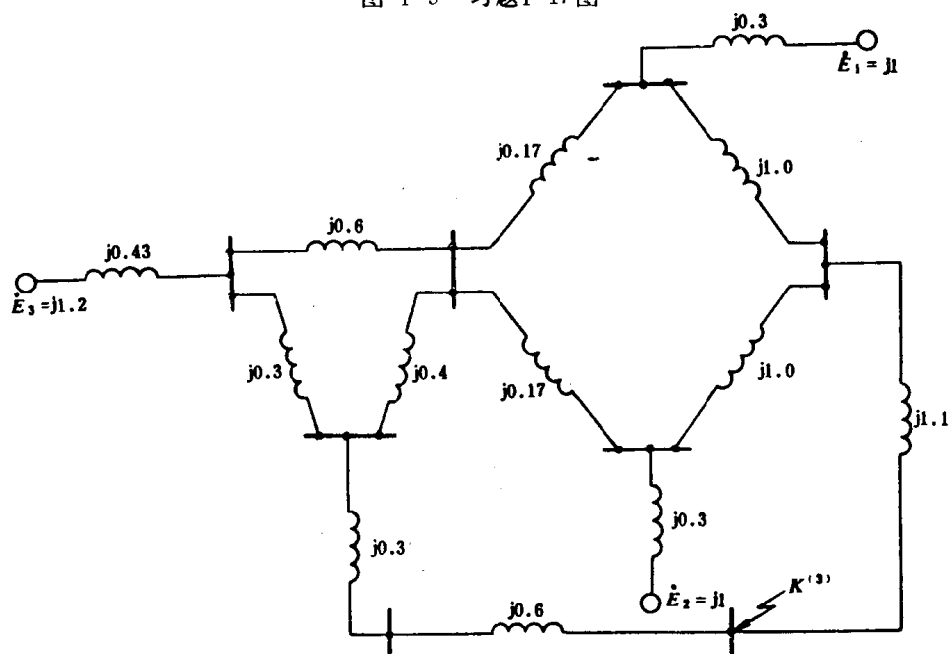


图 1-10 习题1-18图

网络对短路点的组合电抗 $x_{k\Sigma}$ 和组合电势 $\dot{E}_{\Sigma}$ 。

1-19 如图1-11所示的等值网络，参数已在图中注明。试求：

- (1) 各支路的电流分布系数；
- (2) 各电源与短路点之间的转移电抗。

1-20 对图1-12所示的等值网络，求：

- (1) 各电源与短路点之间的转移电抗；
- (2) 通过各电源支路的电流；
- (3) 流到短路点的总电流。

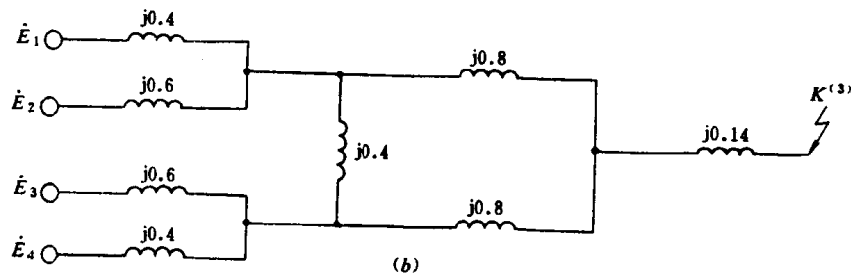
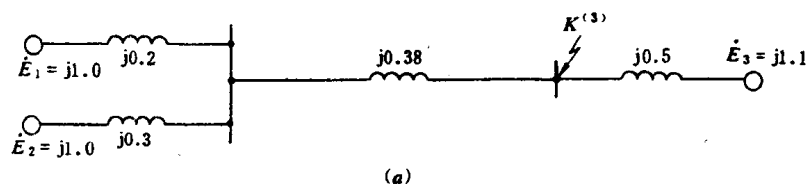


图 1-11 习题 1-19 图

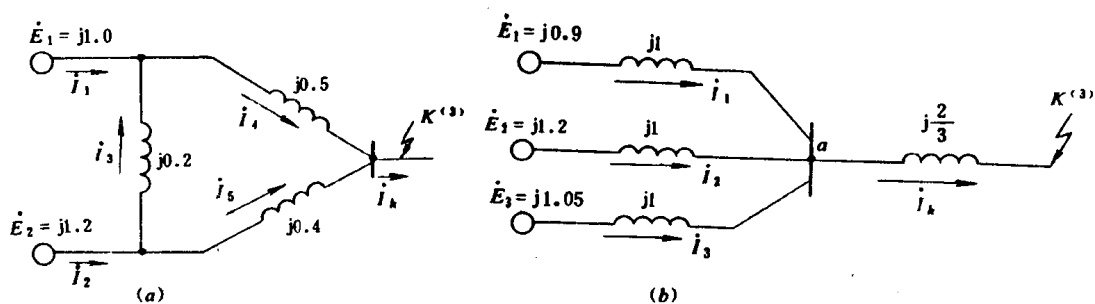


图 1-12 习题 1-20 图

1-21 某电力系统的等值网络如图1-13所示。参数均标在图中，求：

- (1) 支路电流  $\dot{I}$ ；
- (2) 各电源与短路点之间的转移电抗；
- (3) 短路点电流  $\dot{I}_k$ 。

1-22 有一电力系统的等值网络如图1-14所示，图中给出了各元件的标么值参数，试求在该等值网络中的支路电流  $\dot{I}'_k$ 。

1-23 在图1-15中，发电机的参数是以其额定值为基准值的标么值表示的，若机端K点发生三相短路。试求短路冲击电流的标么值，即  $i_{imp}/I_{Nm}$  值 ( $I_{Nm}$  为额定电流的幅值)

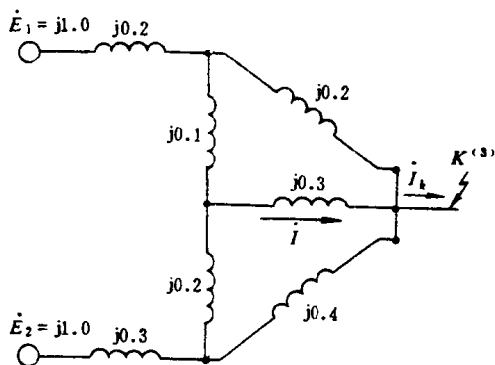


图 1-13 习题 1-21 图

1-24 有一电力系统如图1-16所示，在选择基准值  $S_B = 100 \text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$  的情况下，已知短路点的短路容量标么值  $S_{k1*} = 1$ 。试求：

- (1) 网络各电压段的电流标么值；
- (2) 网络各电压段的电流有名值。

1-25 某电力系统如图1-17所示，断路器 DL 的切断容量是按一台发电机考虑的。现又增

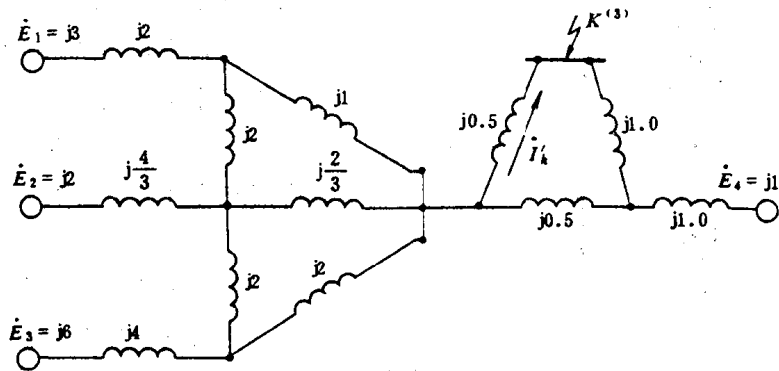


图 1-14 习题1-22图

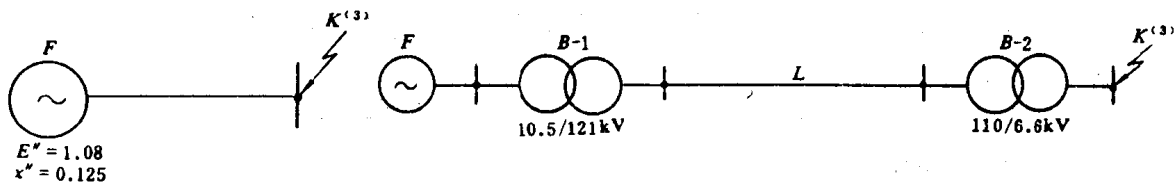


图 1-15 习题1-23图

图 1-16 习题1-24图

装一台相同的发电机，问应选择多少欧姆的电抗器才能保证K点发生三相短路时短路容量不变？

1-26 在一条与无限大功率电源相联的输电线路上发生了三相短路，已知短路前空载，短路后稳态电流的有效值为5kA，试求下列条件下非周期分量电流的初始值 $i_{aper0}$ 。

- (1) 电源初相角 $\alpha = 0^\circ$ ，短路阻抗角 $\varphi_k = 90^\circ$ ；
- (2) 电源初相角 $\alpha = 90^\circ$ ，短路阻抗角 $\varphi_k = 0^\circ$ 。

1-27 有一简单电力系统如图1-18所示，如在K点发生了三相短路，试求短路点的 $i_{imp}$ 、 $I_{imp}$ 和 $S_{kt}$ 的有名值。计算各元件参数的标么值时，统一取基准值 $S_B = 100\text{MVA}$ ， $U_B = U_{av}$ 。

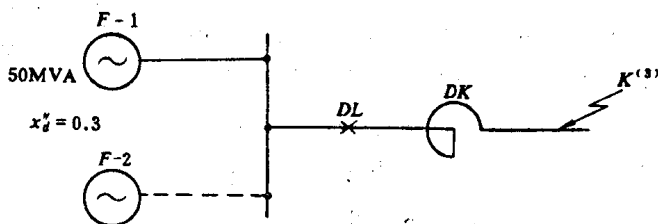


图 1-17 习题1-25图

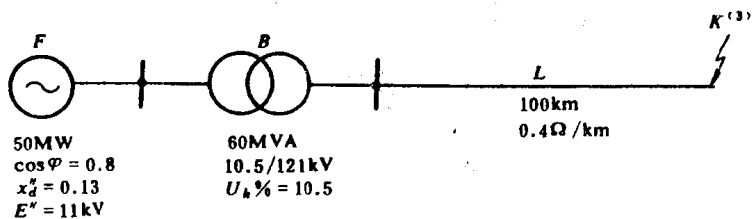


图 1-18 习题1-27图

1-28 某电力系统的接线如图1-19所示，各元件的参数为：发电机F-1、F-2， $S_N = 62.5\text{MVA}$ ， $E'' = 11\text{kV}$ ， $U_N = 10.5\text{kV}$ ， $x_d'' = 0.141$ ；变压器B-1、B-2， $S_N = 60\text{MVA}$ ，额定电压为121/38.5/10.5kV， $U_{k1-2}\% = 10.5$ ， $U_{k1-3}\% = 17.5$ ， $U_{k2-3}\% = 6.5$ ；输电线路L，长为40km，



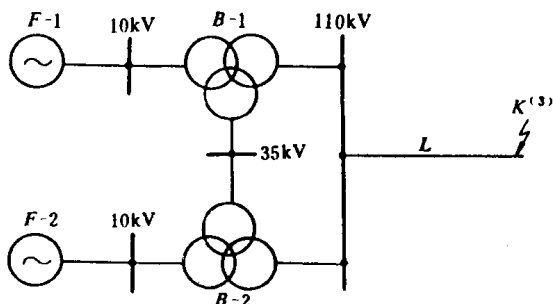


图 1-19 习题1-28图

$x = 0.4 \Omega/\text{km}$ 。求：

(1) 选择  $S_B = 100 \text{ MVA}$ ,  $U_B = U_{av}$  时, 各元件参数的标么值;

(2) 在  $K$  点发生三相短路时, 流过短路点和变压器  $B-1$  低压侧的  $i_{imp}$  的有名值。

1-29 某电力系统如图1-20所示, 已知当  $K_1$  点三相短路时的短路容量  $S_{k1} = 1500 \text{ MVA}$ , 当  $K_2$  点三相短路时的短路容量  $S_{k2} = 1000 \text{ MVA}$ , 求当  $K_3$  点三相短路时的短路容量。

1-30 某电力系统如图1-21所示, 各元件参数的标么值已标在图中, 当  $K$  点发生三相短路时, 试求:

(1) 各支路的电流分布系数;

(2) 短路点的  $i_{imp}$ ;

(3) 通过线路  $L_1$  的  $i_{imp}$ 。

1-31 有一由无限大功率电源供电的电力系统如图1-22所示, 母线额定电压为  $6.3 \text{ kV}$ , 如要求在  $K$  点发生三相短路时, 通过电源的短路冲击电流不得超过  $20 \text{ kA}$ , 问并行敷设的电缆线路最多允许几条? 已知数据如下: 电抗器  $DK$ ,

$U_{r(N)} = 6 \text{ kV}$ ,  $I_{r(N)} = 200 \text{ A}$ ,  $x_r \% = 4$ ,  $\Delta P = 1.68 \text{ kW/相}$ ; 电缆, 长为  $1.25 \text{ km}$ ,  $x = 0.083 \Omega/\text{km}$ ,  $r = 0.37 \Omega/\text{km}$ 。

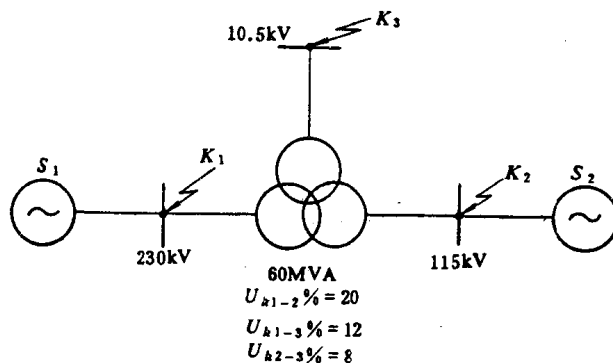


图 1-20 习题1-29图

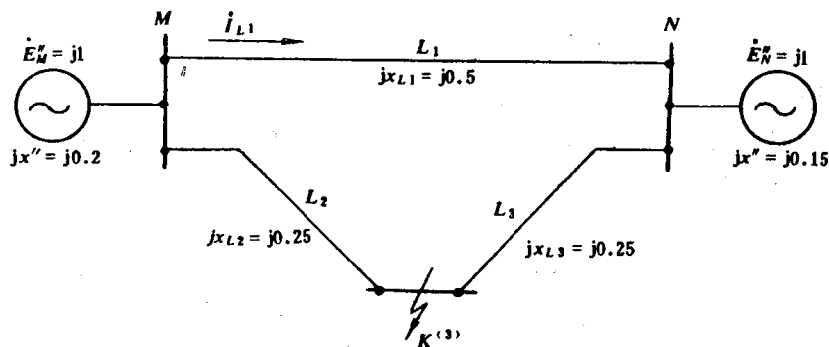


图 1-21 习题1-30图

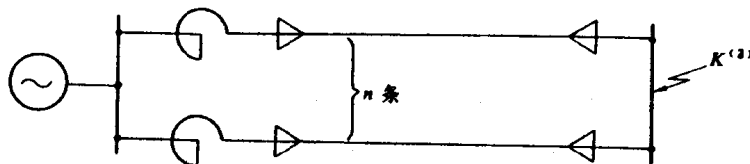


图 1-22 习题1-31图