

哈尔滨工业大学（深圳）2024年秋季学期

电力系统分析 期末试题（A）

考试时间：2024年12月26日10:30-12:30，满分100分，闭卷考试，可以使用计算器。

免责声明：本试卷为离开考场后的回忆版，不存在任何违反考试纪律的行为。

回忆者：mysterious person，排版者：Gaster

一、选择题（每题2分，共10分）

1.	2.	3.	4.	5.

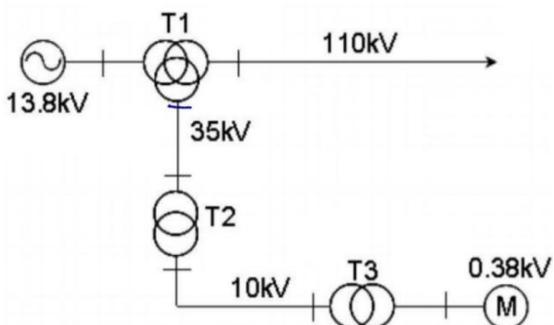
1. 下列哪种不是开式网络（ ）

- A. 单回路放射式
- B. 单回路树状式
- C. 两端供电
- D. 双回线干线式

2. 下列哪个是高压配电网的电压等级（ ）

- A. 1000 kV
- B. 500 kV
- C. 330 kV
- D. 35 kV

3. 四个变压器变比中不正确的是（ ）



- A. T1: 121 / 35 / 13.8
- B. T2: 35 / 10.5
- C. T3: 10 / 0.38
- D. T4: 121 / 38.5 / 13.8

4.下列哪个不是衡量电能质量的指标（ ）

- A.电压
- B.频率
- C.波形畸变率
- D.电流

5.关于架空输电线描述正确的是

- A.电导是电阻倒数
- B.分裂导线是为了增大电抗
- C.分布式参数因为输电线上有电压降落所以对地电容不能用来集中等值
- D.通常电晕损耗不能忽略

二、填空题（每空 1 分，共 10 分）

1.将中枢点调压方式按高到低分别为_____、_____、_____。

2.系统无功不足时，不宜用_____调压。

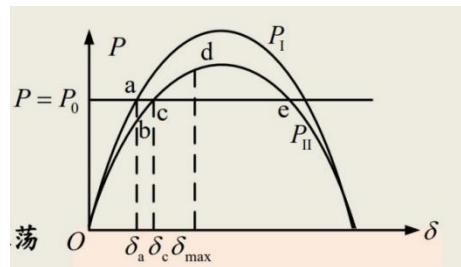
3.无限大容量电源经阻抗发生三相短路，短路暂态过程中短路电流包含 2 个周期分量_____和_____. 常用的短路电流计算指标为_____、_____和_____. 计算这些指标都必须计算_____。

三、简答分析题（共 36 分）

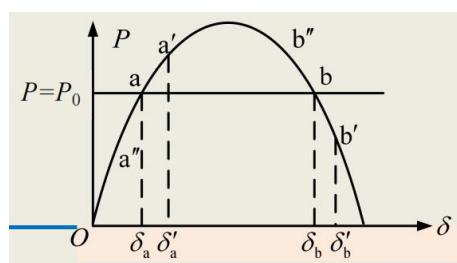
1. (9 分) 关于电力系统稳定性:

(1) 分析静态稳定性和暂态稳定性区别的结合两个因素。

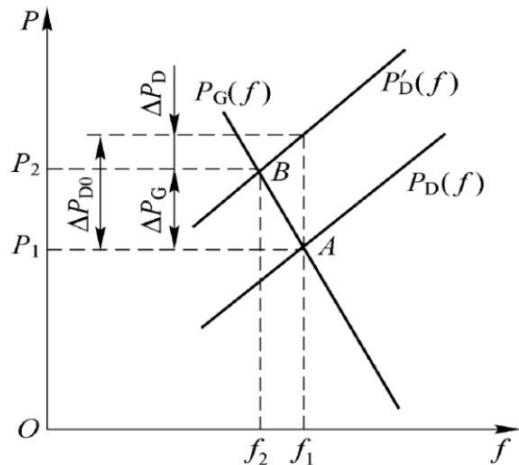
(2) 下图为系统功角曲线，写出 P 的表达式，计算 δ_a 和 δ_b ，指出哪个点是静态稳定运行点并说明理由。



(3) 关于暂态稳定，分析 a 点发生线路切除后，到 b 点经过 c 点到 d 点过程中 b、c、d 处发电机转速与 ω_0 之间的大小关系。



2. (6 分) 关于电力系统有功平衡和频率调整:



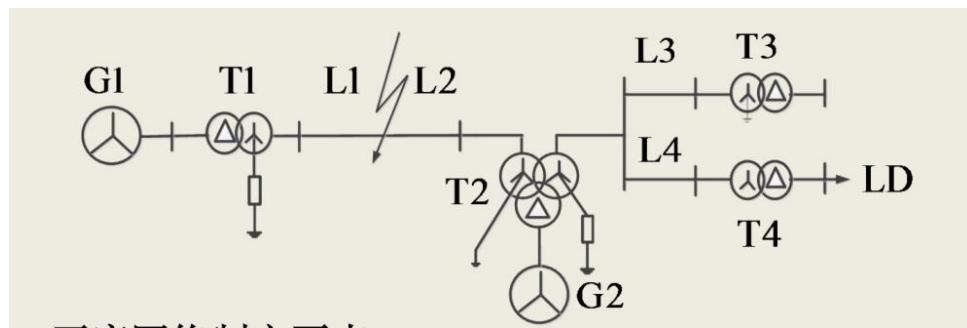
(1) 上图所示是一次调频还是二次调频？是有差调节还是无差调节？分析发电机有功出力的增量为什么小于负荷的初始增量。

(2) 分析在现代大电力系统频率控制中，哪些电场适宜承担主调频机组。

3. (8 分) 关于无功功率:

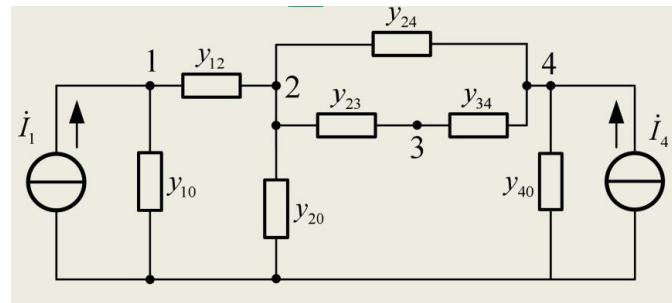
- (1) 无功功率不被消耗，电力系统为什么需要无功？
- (2) 无功如何补偿，是否适合远距离传输？
- (3) 什么是容升效应？什么情况出现容升效应？

4. (6 分) 画出电力系统发生不对称短路故障时的零序电路图, 标明元件参数。



5. (7 分) 关于复杂潮流计算:

- (1) 电力系统 10 kV, 应使用 N-R 法还是 PQ 分解法, 为什么?
- (2) 电力系统为 110 kV, 希望计算快, 应使用 N-R 法还是 PQ 分解法? 具体比较 2 种方法迭代单步用时和总用时。
- (3) 节点网络图如下, 若切除 2-3 之间的线路, 写出切除后节点导纳矩阵。



四、计算题（共 44 分）

1. (7 分) 三台单相三绕组变压器组成一三相变压器组，每台单相变压器的参数为：额定容量 30000 kVA，容量之比 100 / 100 / 50，绕组额定电压 127 / 69.86 / 38.5 kV， $P_0 = 19.67 \text{ kW}$ ， $I_0\% = 0.332\%$ ， $\Delta P_{S(1-2)} = 111 \text{ kW}$ ， $\Delta P_{S(2-3)} = 92.33 \text{ kW}$ ， $\Delta P_{S(1-3)} = 88.33 \text{ kW}$ ， $V_{S(1-2)}\% = 9.0\%$ ， $V_{S(2-3)}\% = 10.75\%$ ， $V_{S(1-3)}\% = 16.45\%$ 。求三相接成 YN, yn, d 时变压器组归算到低压侧的参数 G_T , B_T 和 R_l 的有名值。

2. (8 分) 某电力系统结构如下图所示，电路参数如下：

发电机 G: 60 MVA, $x''_d = 0.12$

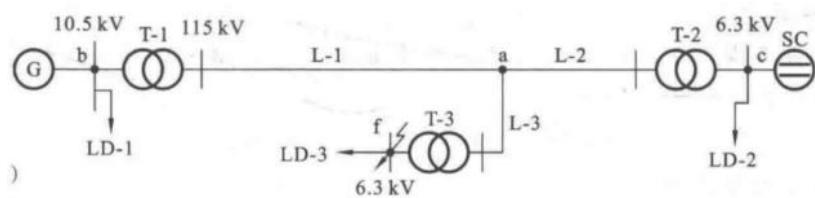
调相机 SC: 5 MVA, $x''_d = 0.2$

变压器 T-1: 31.5 MVA, $U_k\% = 10.5$

变压器 T-2: 20 MVA, $U_k\% = 10.5$; T-3: 7.5 MVA, $U_k\% = 10.5$

线路 L-1: 60 km, L-2: 20 km, L-3: 10 km。各条线路电抗均为 $0.4 \Omega/km$ 。

负荷 LD-1: 30 MVA, LD-2: 18 MVA, LD-3: 6 MVA



发电机和调相机的次暂态电势 $E''=1$, 负荷可表示为标幺值电抗 0.35, 电势为 0.8 的电源, 选取 $S_B = 100$ MVA, $V_B = V_{av}$, 计算发生三相短路时的起始次暂态电流。

3. (13 分) 如下图所示的电力系统, 三相对称运行时的基准变换参数为:

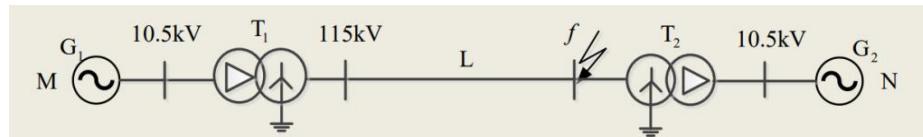
发电机 G1: $S_N = 62.5 \text{ MVA}$, $V_N = 10.5 \text{ kV}$, $E_{G1} = 11.025 \text{ kV}$, $x_1 = 0.125$, $x_2 = 0.16$

发电机 G2: $S_N = 31.25 \text{ MVA}$, $V_N = 10.5 \text{ kV}$, $E_{G2} = 10.5 \text{ kV}$, $x_1 = 0.125$, $x_2 = 0.16$

变压器 T1: $S_N = 60 \text{ MVA}$, $V_S\% = 10.5$, $k_{T1} = 10.5 / 121$

变压器 T2: $S_N = 31.25 \text{ MVA}$, $V_S\% = 10.5$, $k_{T2} = 115 / 11$

线路 L: $L = 40 \text{ km}$, $x_1 = x_2 = 0.4 \Omega/\text{km}$, $x_0 = 2x_1$



选取基准功率为 $S_B = 120 \text{ MVA}$ 和基准电压 $V_B = V_{av}$ 求 f 点发生 A 相单相接地短路时短路电流的有名值。

4. (16 分) 如图所示的电力系统网络:

发电机 G: $S_N = 120 \text{ MVA}$, $V_N = 10.5 \text{ kV}$, $E_1 = 1.67$, $x_1 = 0.9$, $x_2 = 0.45$

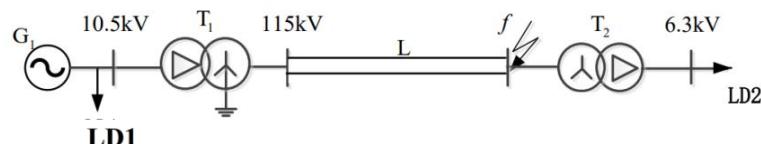
变压器 T1: $S_N = 60 \text{ MVA}$, $V_S\% = 10.5$, $k_{T1} = 10.5 / 115$, YNd11 接法

变压器 T2: $S_N = 60 \text{ MVA}$, $V_S\% = 10.5$, $k_{T2} = 115 / 6.3$

线路 L (每回路): $L = 105 \text{ km}$, $x_1 = 0.4 \Omega/\text{km}$, $x_0 = 3x_1$

负荷 LD1: $S_N = 60 \text{ MVA}$, $x_1 = 1.2$, $x_2 = 0.35$

负荷 LD2: $S_N = 40 \text{ MVA}$, $x_1 = 1.2$, $x_2 = 0.35$



选取基准功率为 $S_B = 120 \text{ MVA}$, 基准电压 $V_B = V_{av}$ 。

计算 f 点发生两相短路时的线路 L 首端电流有名值。