

注意：①认真阅读答题纸上的注意事项；②所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

### 一、简答题（每小题 5 分，共 50 分）

1. 使自然功率分布接近经济功率分布的技术措施有哪些？
2. 什么是电压中枢点，如何选择电压中枢点？
3. 简述高压直流输电的主要优缺点。
4. 变压器的调压分接头在那一侧？为什么？在什么情况下，采用分接头调压效果不好？
5. 与单导线相比较，分裂导线的电感和电容如何变化？有何意义。
6. 电力系统分析中有哪些负荷模型？在短路计算、潮流计算、稳定性计算各采用何种模型？
7. 计算短路电流的目的是什么？
8. 在推导同步发电机基本方程时，为什么要进行派克变换？
9. 采用并联电容器补偿进行调压时，调节性能比较差，请分析为什么？
10. 如何用小干扰法分析电力系统静态稳定性？

### 二、分析题（共 20 分）

1. (10 分) 图 1 中 f 点发生两相短路，画出各序电压分布图？发生单相短路呢？

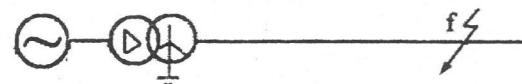


图 1

2. (10 分) 请推导 n 个火电厂间负荷经济分配的等耗量微增率准则（不计网损）。

### 三、计算题（共 80 分）

1. (16 分) 输电系统如图 2 所示，已知：母线 A 电压为 121kV；母线 D 上接有光伏电站 G<sub>2</sub>，其出力为 5MW；线路 L<sub>1</sub> 和 L<sub>3</sub> 每公里电阻为 0.42Ω，电抗为 0.55Ω，电纳为  $3.8 \times 10^{-6}$ S；线路 L<sub>2</sub> 每公里电阻为 0.36Ω，电抗为 0.6Ω，电纳为  $4.2 \times 10^{-6}$ S；线路 L<sub>1</sub> 长度为 120km，L<sub>2</sub> 长度为 90km，L<sub>3</sub> 长度为 110km。变电站 B 中变压器的额定容量为 20MVA，励磁功率为 0.05+j0.6MVA，归算到 110kV 电压等级的阻抗为 5.5+j52.6Ω；变电站 C 中变压器的额定容量为 10MVA，励磁功率为 0.08+j0.45MVA，归算到 110kV 电压等级的阻抗为 8.8+j105.5Ω。负荷功率 S<sub>LD1</sub>

为 12+j14MVA，S<sub>LD2</sub> 为 12+j9MVA。求电力网的初始功率分布和最大电压损耗。

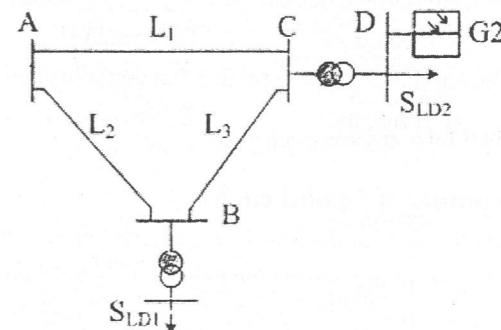


图 2

2. (16 分) 某系统中含有 3 台发电机，发电机 1 和 2 的额定功率为 300MW，调速器调差系数  $\delta=2.5\%$ ，发电机 3 的额定功率为 320MW，调速器的调差系数  $\delta=4\%$ ；系统额定频率 50Hz。三台发电机的燃料消耗特性及功率约束条件为：

$$F_1 = 4 + 0.33P_{G1} + 0.0005P_{G1}^2, \quad 180 \text{MW} \leq P_{G1} \leq 300 \text{MW};$$

$$F_2 = 3 + 0.38P_{G2} + 0.0004P_{G2}^2, \quad 200 \text{MW} \leq P_{G2} \leq 300 \text{MW};$$

$$F_3 = 5 + 0.23P_{G3} + 0.0008P_{G3}^2, \quad 250 \text{MW} \leq P_{G3} \leq 320 \text{MW}。试计算：$$

- 1) 当系统总负荷为 680MW 时，发电厂间功率的经济分配；
- 2) 若系统增加负荷 120MW，负荷响应系数 K<sub>DA\*</sub>=1.5，发电机均具有一次调频能力，且发电机 3 参加二次调频，调节至功率上限，考虑一次调频与二次调频的操作时序时，求系统频率变化情况以及发电机 1 和 2 的功率增加量。

3. (16 分) 某 110kV 降压变电站由长输电线路供电，输电线路的总阻抗为 9+j15Ω，归算到高压侧的变电站变压器阻抗为 3+j18Ω。变电站最大负荷为 36+j40MVA，最小负荷为 28+j32MVA。线路首端电压为 118，且维持不变。变压器 V<sub>N</sub>: 110±2\*2.5%kV/11kV，二次侧母线上允许电压偏移在最大、最小负荷时为额定电压的 2%~5%。采用变压器分接头结合补偿电容器（单相、0.66kV、35kV·A）调压时，所需的电容器数量和容量。

4. (14 分) 系统接线图如图 3 所示，已知参数如下：发电机 G<sub>1</sub>: E=1.06, X<sub>(1)</sub>=X<sub>(2)</sub>=0.3, X<sub>(0)</sub>=0.1；发电机 G<sub>2</sub>: E=1.03, X<sub>(1)</sub>=X<sub>(2)</sub>=0.24, X<sub>(0)</sub>=0.16；变压器 T<sub>1</sub>: X<sub>T1</sub>=0.32，且变压器 T<sub>1</sub> 的中性点经标么值为 X<sub>n</sub> 的电抗接地；变压器 T<sub>2</sub>: X<sub>T2</sub>=0.25；输电线路 L-1: X<sub>L1</sub>=0.2, X<sub>L0</sub>=3X<sub>L1</sub>; f 点发生断线故障。

- (1) 画出该系统接线图的正序、负序、零序网络；
- (2) 当变压器 T<sub>1</sub> 中性点接地电阻为 1.5 时，求 f 点单相断开时的零序电流；
- (3) 欲使 f 点发生两相断开和单相断开时，断口处的零序电流相等，问变压器

$T_1$  中性点接地电抗等于多少?

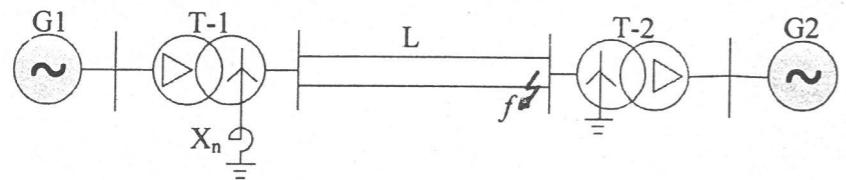


图 3

5. (18 分) 在下图的电力系统中, 已知各元件参数的标幺值为: 发电机 G:  $E=1.45$ ,  $x_{(1)}=0.28$ ,  $x_{(2)}=0.18$ ,  $T_J=9.5s$ ; 变压器 T-1:  $X_{T1}=0.12$ ; 变压器 T-2:  $X_{T2}=0.16$ ; 线路 L: 每回线路  $X_{L(1)}=0.6$ ,  $X_{L(0)}=3.8X_{L(1)}$ 。运行初始状态电压  $V_0=1.0$ , 有功  $P_0=1.0$ , 无功  $Q_0=0.68$ 。在输电线路之一的首端发生两相短路时, 试求极限切除角; 若故障切除时间为 0.15s, 判断系统是否稳定。

