

电力系统稳态分析题库

电力系统稳态分析思考题

第1章

- 1、请说明火力发电的能量转换过程。
- 2、电力系统中除火电、水电及核电以外的其它发电形式一般称为“新能源”，你能说出几种新能源发电形式？
- 3、火力发电使用的一次能源都有哪些？
- 4、负荷成分主要是什么？
- 5、电力系统包括哪些主要组成部分？分别起哪些作用？
- 6、什么是电力网？什么是动力系统？
- 7、电力系统常用的结线图有几种？
- 8、电力系统生产的特点是什么？
- 9、对电力系统运行的基本要求是什么？
- 10、电能质量的主要指标是什么？
- 11、考核电力系统运行经济性的指标是什么？
- 12、什么是“有备用结线”？什么是“无备用结线”？各有几种形式？
- 13、我国电力系统 3kV 以上的额定电压等级是什么？
- 14、我国电力系统中性点的运行方式是什么？
- 15、什么是“消弧线圈”？作用原理是什么？
- 16、升压变和降压变的变比有何区别？
- 17、我国三峡电站将装设_____台水轮发电机组，每台额定容量为_____MW。
- 18、什么是线路的经济输送功率和输送距离？
- 19、什么是“黑启动”？
- 20、*什么是“能量管理系统（EMS）”？
- 21、*你对电力市场了解多少？
- 22、*什么是高压直流（HVDC）输电系统？与交流输电相比有哪些优缺点？
- 23、*什么是灵活交流输电系统（FACTS）？

第2章

- 1、“数学模型”的含义是什么？
- 2、什么是发电机的“运行极限图（功率圆图）”？
- 3、什么是发电机“进相运行”？
- 4、什么是变压器的铜耗和铁耗？
- 5、为什么说变压器的铜耗是可变损耗？铁耗是不变损耗？
- 6、升压三绕组变压器三个绕组由内到外的排列顺序是：中、低、高；降压三绕组变压器三个绕组由内到外的排列顺序是：低、中、高，为什么？

- 7、采用扩径导线或分裂导线的主要目的是什么？
- 8、220kV 和 500kV 线路上每串绝缘子的片数一般为多少？
- 9、铝线和铜线的电阻率是多少？
- 10、架空输电线为什么要换位？何谓“完全换位”？
- 11、架空输电线路的电抗一般为_____Ω/km 左右。
- 12、架空输电线路的电纳一般为_____S/km 左右。
- 13、正常的架空输电线路的电导一般为_____S/km 左右。
- 14、架空线路与电缆线路在电气参数上主要有哪些差别？
- 15、什么是电晕？
- 16、三相导线等间距水平排列时，边相导线和中间相导线哪个更容易发生电晕现象？
- 17、计算线路的参数时，在什么情况下需要考虑分布参数特性？
- 18、什么是“平均额定电压”？它是如何规定的？
- 19、标么制与有名制有何区别？
- 20、在等值电路中，线路的对地支路是容性的，变压器的对地支路是感性的，为什么？
- 21、什么是线路的“充电功率”？它对线路输送容量及系统运行有何影响？
- 22、什么是负荷特性？它有什么涵义？
- 23、*什么是负荷曲线？日负荷曲线和年负荷曲线各有何用处？
- 24、*电力系统为什么要进行负荷预测？
- 25、*日负荷曲线上如果有很大的“峰谷差”会对系统有何影响？有何办法减小它？

第 3 章

- 1、什么是“潮流计算”？它有什么作用？比较潮流计算与一般电路计算有何异同。
- 2、为什么潮流计算要计算功率和电压而不是电流和电压？如果将功率换成电流对潮流计算会带来什么影响？
- 3、选择填空：在潮流计算中，
 - (1)、功率（包括功率损耗）代表（三相）（单项）功率，单位是（MVA、MW、Mvar）（kVA、kW、kvar）（VA、W、var）；
 - (2)、电压代表（线）（相）电压，单位是（kV）（V）；
 - (3)、阻抗和导纳代表（单）（三）相参数，单位分别是欧姆和西门子。
- 4、“电压降落（电压升高）”、“电压偏移（电压偏差）”、“电压调整”和“电压损耗”这些概念有何异同？
- 5、什么是“输电效率”？
- 6、请解释以下名词的含义并说明它们之间有何关系：（1）最大负荷利用小时数；（2）年负荷率；（3）年负荷损耗率；（4）最大负荷损耗时间；（5）线损率。
- 7、当输电线路空载运行时，线路的末端电压将高于始端电压，为什么？
- 8、500kV 架空线路要装设并联电抗补偿，一般电缆线路要加串联电抗补偿，为什么？
- 9、“运算负荷”与“运算功率”有何差别？
- 10、“环型网络”与“辐射型网络”的潮流计算有何不同？
- 11、什么是“功率分点”？“无功分点”与“有功分点”各有何特点？
- 12、什么是“电磁环网”？它有几种表现形式？它对系统有哪些危害？
- 13、环网中的“循环功率”会对系统有哪些影响？
- 14、环网中潮流的“自然分布”与“经济分布”有何区别？
- 15、潮流的调整控制手段主要有哪些？

作业：3-1、3-3、3-27、3-31。

第4章

- 1、一般来说，潮流计算要有几个主要步骤？
- 2、常用的潮流计算的数学模型是什么？
- 3、什么是“自导纳”、“互导纳”？怎样形成和修改导纳阵？
- 4、导纳阵都有哪些主要特点？
- 5、在形成网络矩阵时，“树枝”和“链枝”的含义是什么？
- 6、什么是导纳阵的“稀疏特性”？怎样计算导纳阵的稀疏度？
- 7、什么是“压缩存储技术”？
- 8、阻抗阵的定义是什么？形成阻抗阵都有哪些方法？
- 9、潮流计算中的变量都有哪些？是怎样分类的？
- 10、潮流计算中的节点分为几种类型？
- 11、什么是“功率方程”？为什么说它是非线性方程？
- 12、为什么说潮流计算只能采用“迭代法”求出满足一定精度的近似解？
- 13、有几种“常规潮流”算法？
- 14、*你了解多少“扩展潮流”算法？
- 15、*什么是考虑“负荷静特性”的潮流计算？
- 16、高斯-塞德尔迭代法的特点是什么？
- 17、牛顿-拉夫逊迭代法的特点是什么？
- 18、“直角坐标”和“极坐标”指的是什么？
- 19、P-Q 分解法也叫“快速分解法（fast de-coupling method）”或“P-Q 解耦法”，它的主要特点是什么？
- 20、牛顿-拉夫逊迭代法和 P-Q 分解法有何关系？
- 21、在 P-Q 分解法中，因为考虑到电力系统的两个特点所以才能够对修正方程式进行简化，这两个特点是什么？它在什么情况下失效？
- 22、在 P-Q 分解法中，雅可比矩阵变成了 \mathbf{B}' 和 \mathbf{B}'' ，它们有什么特点？
- 23、P-Q 分解法的修正方程式是什么？
- 24、请比较三种潮流计算方法的特点，包括原理、迭代次数、收敛性、计算速度、实用性及计算准确度。
- 25、P-Q 分解法的修正方程式相对于牛顿法进行了种种简化，这是否意味着 P-Q 分解法的计算准确度低于牛顿法？
- 26、什么是“雅可比矩阵（Jacobian matrix）”？它有什么特点？为什么把它叫做“灵敏度矩阵”？
- 27、为什么说分块雅可比矩阵与节点导纳阵具有相同的结构？
- 28、为什么极坐标形式的修正方程式比直角坐标形式的修正方程式少了 $n-m$ 个？
- 29、牛顿法潮流计算的基本步骤有哪些？
- 30、*什么是“因子表”？
- 31、*什么是“节点编号优化”？
- 32、*什么是潮流计算的“收敛性”？发生不收敛的主要原因是什么？
- 33、*什么是“优化潮流（OPF, Optimal Power Flow）”？潮流的约束条件都有哪些？

作业：4-5、4-7、4-8、4-11

第5章

- 1、系统正常的频率质量范围是多少？系统怎样保证频率质量？
 - 2、为什么说系统的频率质量主要取决于有功平衡？
 - 3、*50Hz 系统与 60Hz 系统相比有何特点？
 - 4、怎样理解负荷的变动与频率调整的关系？
 - 5、节点电压角度与系统的频率有何关系？
 - 6、什么是“调速器”和“调频器”？它们有何作用？
 - 7、什么是“开停机计划”？
 - 8、什么是“发电计划”？
 - 9、*什么是“负荷控制”？
 - 10、网络损耗的两个组成部分是什么？高压输电系统的网络损耗一般占系统总负荷的百分之多少？
 - 11、水电厂、火电厂和原子能电厂的厂用电率是多少？
 - 12、有功负荷预测的意义是什么？怎样进行预测？
 - 13、怎样理解系统设备的“定期维修”和“状态维修”？
 - 14、什么是系统的备用容量？怎样确定电力系统的备用容量？
 - 15、什么是“热备用”？什么是“冷备用”？
 - 16、有功功率的最优分配包含两个内容，它们是什么？各有什么含义？
 - 17、火电、水电和核电各有何特点？
 - 18、什么是“抽水蓄能”电厂？它有何作用？
 - 19、枯水期和丰水期的机组安排各有何特点？
 - 20、什么是“耗量特性”？什么是“比耗量”和“耗量微增率”？
 - 21、什么是最优分配负荷的目标函数和约束条件？
 - 22、什么是“等耗量微增率准则”？
 - 23、什么是“水煤换算系数”？
 - 24、什么是“网损微增率”？
 - 25、什么是有功负荷经济分配的“协调方程式”？
 - 26、*什么是计算网损微增率的“B 系数法”？
 - 27、系统的频率不满足质量要求会产生哪些不良影响？
 - 28、什么是“有功电源的静态频率特性”？什么是“有功负荷的静态频率特性”？
 - 29、“调差系数”和“单位调节功率”的含义是什么？
 - 30、说明 ALFC、AGC、EDC 和 ACE 的含义。
 - 31、什么是频率的“无差控制”和“有差控制”？
- 作业：5-3, 5-4, 5-6, 5-7, 5-10, 5-17, 5-28。**

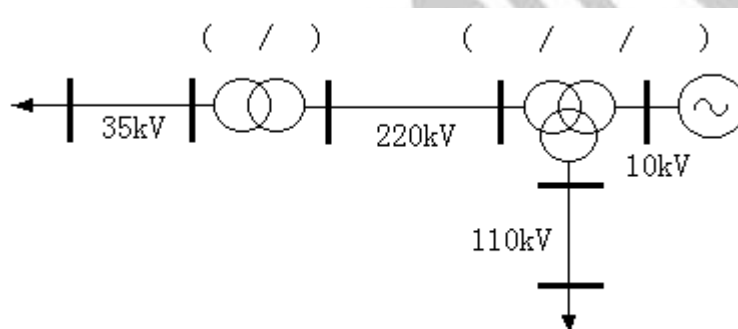
第6章

- 1、电力系统中的无功电源都有哪些？各有何特点？
- 2、什么是“无功优化”问题？
- 3、什么是“等网损微增率准则”？
- 4、电力系统中主要有几种电压调整的措施？各自有何特点？
- 5、什么是“中枢点电压管理”？它有几种调压方式？
- 6、无功电源最优分布的基本准则是什么？
- 7、无功负荷最优补偿的基本准则是什么？

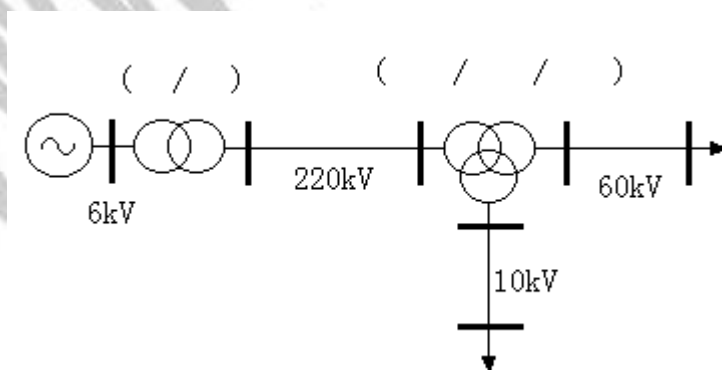
- 8、电力系统中电压偏差过大的原因是因为无功问题，一种是无功不足，另一种是无功分布不合理，它们分别需要采取那种调压措施才能解决？
 - 9、为什么调节发电机的励磁可以调节端电压？
 - 10、变压器的分接头一般设在那个绕组？为什么选择不同的分接头可以调压？
 - 11、并联电容器调压和并联调相机调压有哪些不同？
 - 12、说明并联和串联补偿设备调压的原理是什么？
 - 13、为什么说电压的变化主要受无功分布的影响？
 - 14、怎样根据电压要求确定并联无功补偿容量？
 - 15、电压和频率是电能质量的两个重要指标，试比较调频和调压各有何特点？
- 作业：6-2，6-16，6-19.

第 1 章

- 1、在括号中给出下面各变压器的额定电压。



- 2、在括号中给出下面各变压器的额定电压。



第 2 章

- 1、计算线路参数并作出其 Π 型等值电路。已知线路型号为 LGJ-400, $2r=22\text{mm}$, 长度为 130km, 导线排列方式如图 1 所示。

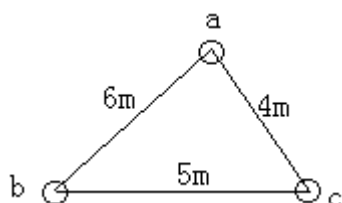


图 1

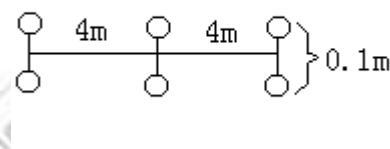
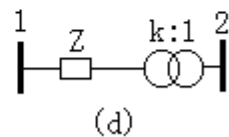
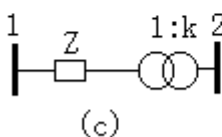
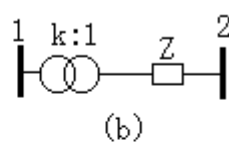
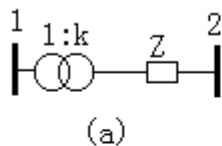


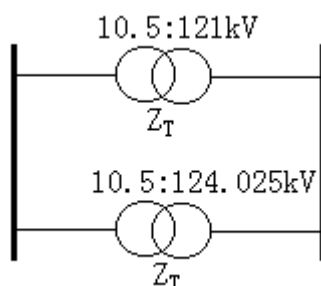
图 2

- 2、计算线路参数并作出其 Π 型等值电路。已知线路型号为 LGJ-200 \times 2, $2r=17\text{mm}$, 长度为 150km, 导线排列方式如图 2 所示。
- 3、计算双绕组变压器的参数并作出其等值电路。已知容量为 31500kVA, 额定电压为 121/10.5kV, $P_k=20\text{kW}$, $U_k\%=10.5$, $P_0=10\text{kW}$, $I_0\%=0.5$ 。
- 4、三绕组变压器的容量为 120000/120000/60000kVA, 额定电压为 220/121/11kV, 短路损耗为 $P_{k(1-2)}=130\text{kW}$, $P_{k(1-3)}=135\text{kW}$, $P_{k(2-3)}=125\text{kW}$; 短路电压为 $U_{k(1-2)}\%=18$, $U_{k(1-3)}\%=10$, $U_{k(2-3)}\%=7$; 空载损耗为 $P_0=73\text{kW}$; 空载电流为 $I_0\%=3.5$ 。试计算归算到高压侧的变压器的参数并作出等值电路。
- 5、支路 12 中的阻抗为 Z , 在其中加入一理想变压器, 其变比分别如图所示。请作出它们的等值电路。



第 3 章

3. 1 如图 3.1 所示两变压器并联运行，参数完全相同，如果，T1 工作在主抽头；T2 工作在+2.5%分接头，试分析两台变压器各承担负荷的比例是多少？

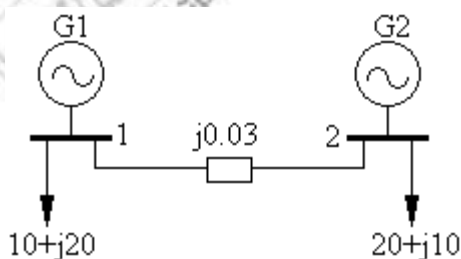


题 3.1 图

3. 2 两台发电机经线路相联，接线如图所示。已知母线 1、2 的计算负荷分别为 $\tilde{S}_{1L} = 10 + j20$ ， $\tilde{S}_{2L} = 20 + j10$ ，线路阻抗 $Z = j0.03$ ，线路电阻略去不计。

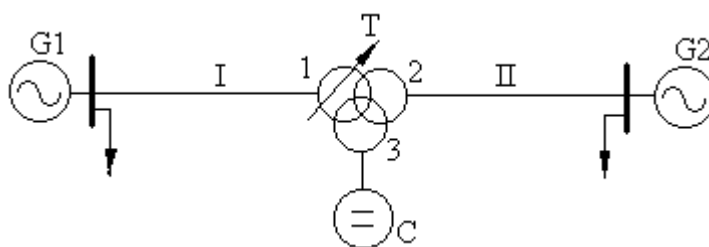
- (1) 设 $P_{G2} = 10$ ， \dot{U}_1 及 \dot{U}_2 的幅值相等，且等于 1。计算发电机 1、2 输出的无功功率 Q_{G1} 和 Q_{G2} ，以及 \dot{U}_1 和 \dot{U}_2 间的相角差 δ_{12} ；
- (2) 在上述情况下，如果保持 P_{G1} 、 P_{G2} 和 \dot{U}_1 幅值不变，而将母线 2 电压下降到 0.9，试定性分析 Q_{G1} 、 Q_{G2} 及 δ_{12} 的变化情况；
- (3) 若 \dot{U}_1 及 \dot{U}_2 的幅值均等于 1，但 \dot{U}_2 比 \dot{U}_1 滞后 30° 时，则两台发电机输出的有功及无功各为多少？

注：以上所给电压、阻抗及负荷数字均为标幺值。



题 3.2 图

3. 3 电力系统接线如下图



题 3.3 图

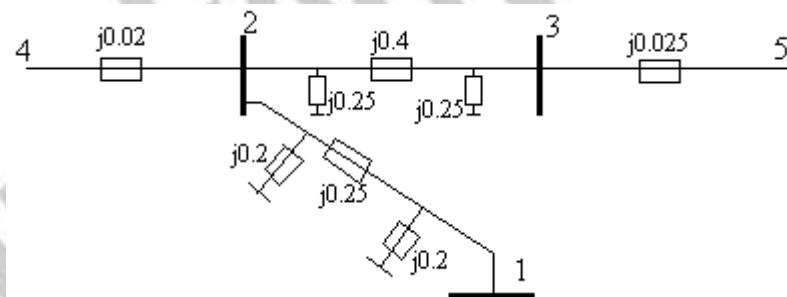
其中发电机 G_1 、 G_2 的端电压、变压器 T 第一绕组的分接头、调相机 C 的无功功率可调；负荷功率恒定。

试定性分析采用什么调节方式可以：

- (1) 提高线段 I、II 的电压，但不改变这两段上流动的无功功率？
- (2) 提高线段 I 的电压，但不改变线段 II 的电压和这两线段上流动的无功功率？
- (3) 减少线段 I 上流动的感性无功功率，但不改变线段 II 上流动的感性无功功率，设感性无功功率的原始流向由 I 侧流向 II 侧。

注：有一个以上答案时，只要求列出其中之一。

3.4 某电力网络等值电路图如图所示，其线路阻抗及接地导纳均以标幺值示于图中。



题 3.4 图

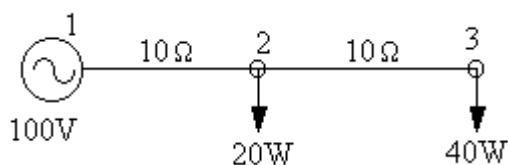
- (1) 试写出该网络的节点导纳矩阵；
- (2) 现采用牛顿-拉夫逊法求解该网络的潮流，则其修正方程式应是怎样的（可以选直角和极坐标系统中的任意种）？并结合本网络具体情况，指出雅可比矩阵中哪些元素是零元素。
- (3) 具体写出雅可比矩阵中于节点 2 有关的元素 $N_{22} = \frac{\partial \Delta P_L}{\partial e_2}$ （直角坐标系统

$\dot{U}_2 = e_2 + jf_2$ ）或 $N_{22} = \frac{\partial \Delta P_L}{\partial e_2}$ （极坐标系统 $\dot{U}_2 = U_2 e^{j\delta_2}$ ）的表达式，任选一种。

在求解潮流时指定节点 4 为平衡节点（其电压为 $1.05\angle 0^\circ$ ），节点 5 为 PV 节点，PQ 节点的注入功率及 PV 节点的有功注入功率及电压幅值均给定。

3. 5 直流网络接线图如图所示，试确定图中 2、3 点的电压。

- (1) 运用高斯-塞德尔法迭代 2 次；
- (2) 运用牛顿-拉夫逊法迭代一次。



题 3.5 图



题 3.6 图

3. 6

- (1) 试写出下图所示网络节点的电压、电流方程式；
- (2) 求出该网络的节点导纳阵中各元素值；
- (3) 求出该网络的节点阻抗阵中各元素值。（图中各支路阻抗均为 1）

第 4 章作业题

- 1、网络结构如图 4.1 所示。各参数单位均为西门子，求：（1）网络的导纳阵；（2）如果 2-3 支路的导纳由 $j5$ 变为 $j10$ ，导纳阵如何修改。

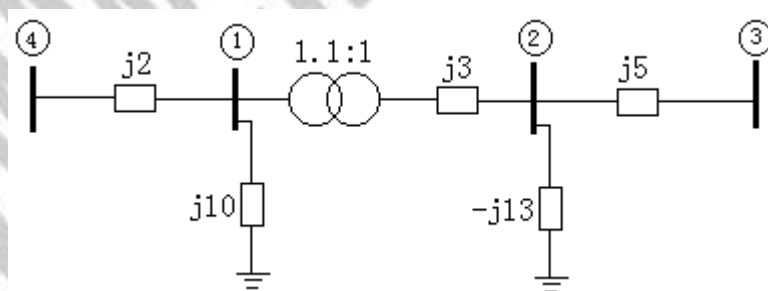


图 4.1

- 2、网络图如习题集 4-5 题所示，各参数为阻抗标幺值，求节点导纳阵。

- 3、系统图及参数如图 4.2 所示（1 节点电压相角为 0）。求：

- (1) 形成网络导纳阵；
- (2) 指出 3 个节点的节点类型；
- (3) 指出各变量的类型（包括已知和未知变量）；
- (4) 用节点电压方程形式列出系统的功率方程（即数学模型，写出矩阵形式即可）。

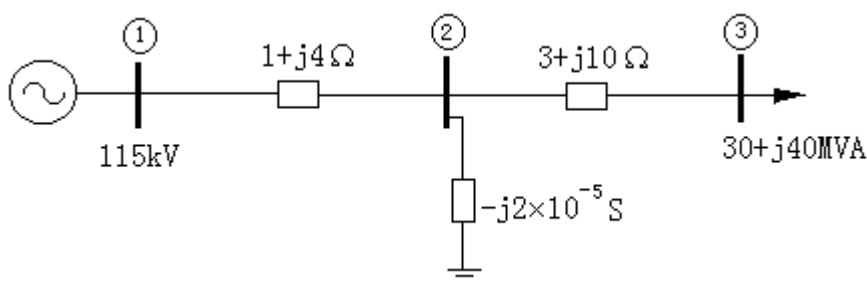
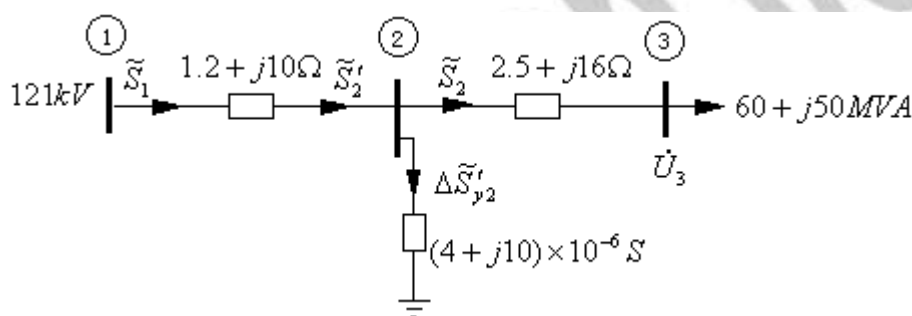


图 4.2

4、习题集 4-8 题，给定初值 $\mathbf{x} = (x_1, x_2) = (0, 0)$ 。（注：结果与参考答案不同）

例题和解答：计算图示辐射网潮流。已知 $\dot{U}_1 = 121 \angle 0^\circ \text{ kV}$ ， $\tilde{S}_3 = 60 + j50 \text{ MVA}$ ，求 \tilde{S}_1 和 \dot{U}_3 。



解答：设 $U_3 = 110 \text{ kV}$ ，先由线路末端向始端求功率分布：

$$\tilde{S}_2 = 60 + j50 + \frac{60^2 + 50^2}{110^2} (2.5 + j16) = 61.26 + j58.07 (\text{MVA})$$

$$U_2 = \sqrt{\left(110 + \frac{60 \times 2.5 + 50 \times 16}{110}\right)^2 + \left(\frac{60 \times 16 - 50 \times 2.5}{110}\right)^2} = 118.88 (\text{kV})$$

$$\Delta \tilde{S}_{y2} = 118.88^2 (4 - j10) \times 10^{-6} = 0.057 - j0.14 (\text{MVA})$$

$$\tilde{S}_2' = \tilde{S}_2 + \Delta \tilde{S}_{y2} = 61.26 + j58.07 + 0.057 - j0.14 = 61.317 + j57.93 (\text{MVA})$$

$$\tilde{S}_1 = 61.317 + j57.93 + \frac{61.317^2 + 57.93^2}{118.88^2} (1.2 + j10) = 61.92 + j62.96 (\text{MVA})$$

再有线路始端向末端求电压分布：

$$U_2 = \sqrt{\left(121 - \frac{61.92 \times 1.2 + 62.96 \times 10}{121}\right)^2 + \left(\frac{61.92 \times 10 - 62.96 \times 1.2}{121}\right)^2} = 115.27 (\text{kV})$$

$$\delta_2 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{4.49}{121 - 5.82} = 2.23^\circ$$

$$U_3 = \sqrt{\left(115.27 - \frac{61.26 \times 2.5 + 58.07 \times 16}{115.27}\right)^2 + \left(\frac{61.26 \times 16 - 58.07 \times 2.5}{115.27}\right)^2} = 106.13(\text{kV})$$

$$\delta_3 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{7.24}{115.27 - 9.39} = 3.91^\circ$$

$$\text{所以 } \dot{U}_3 = 106.13 \angle -6.14^\circ$$

第三章作业：3-1，3-3，3-27，3-31。（其中 3-27 题（2）应为 A，D，C 点电压）