电力系统分析与控制-第三讲作业

电 25 吴晨聪 2022010311

1. **对IEEE57节点系统，计算节点8与支路9-13的有功功率之间的灵敏度。使用解析法和摄动法两种方法进行求解，并验证灵敏度的计算误差。（使用摄动法时，可令节点8的有功功率注入改变ΔP=0.1）**

设某节点上的有功出力增加了，对应支路上由向传输的有功功率变化为，则灵敏度的计算公式为:

其中矩阵通过将branch中的r和b均设为0，求得的矩阵再取虚部得到。此时的是一个奇异矩阵（根据自导纳和互导纳的定义可知，各行之和为0），所以将的第一行和第一列去除（因为1号节点是平衡节点），再取逆求得，再带入上方灵敏度公式即可。（此时要注意由于去除了一行一列，相应的下标也应该减少1）。

在Matpower的case57上进行测试，取节点8的有功出力增加0.1，支路为9-13。带入公式得到的灵敏度为0.185，得到的支路功率变化为0.0185。

利用摄动法进行检验，先将case57进行潮流计算，再将case57的节点8有功出力增加0.1后进行潮流计算，得到支路9-13的有功功率分别为3.84和3.86，增加了0.0182，这和理论计算结果基本一致，说明该灵敏度计算结果合理。

1. **计算IEEE57节点系统中，所有负荷节点的电压与非松弛发电机节点（节点2，3，6，8，9，12）电压之间的灵敏度矩阵，并利用摄动法计算验证负荷节点电压变化的误差。（使用摄动法时，可设置非松弛发电机节点的电压变化为ΔV=[0.01,0.01,0.01,0,0,0]^T）。**

利用PQ快速分解法的方程为入手点开始推导（其中下标为1的代表是节点的有关值，下标为2的代表是节点的有关值）:

由于，可以进一步拓展为

其中，为控制变量，为观测的被控量

因此我们需要消去式中的，得到和之间的关系记

即，带入消去后得到

所以改变得到随之改变量的灵敏度矩阵为。

在Matpower中利用case57进行检验，式中的是将branch中的r和b均设为0后得到的矩阵的虚部。按照以上步骤计算出来的灵敏度矩阵可见代码中的mat1。

同样利用摄动法进行检验。将节点2、3、6（所有非松弛发电节点）的电压增加0.01，观察前后所有负荷节点的电压变化（即为代码中的finalV变量），如下图所示：

一張含有 文字, 數字, 功能表, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

图2 负荷节点的电压变化

其中第一列是由电压未增加时负荷节点电压，加上灵敏度计算出来的电压增量得到的电压理论结果；第二列是将2、3、6节点分别增加0.01以后潮流运算得到的结果；第三列是电压理论计算和实际结果的相对偏差百分比（）。可见由该方法计算出来的结果，和电压改变量相对偏差在0.5%~10%之间，说明理论结果和实际结果十分相近。