

浙江大学实验报告

专业：电气工程及其自动化
姓名：潘谷雨
学号：3220102382
日期：2024.10.11
地点：环科楼 305

课程名称：电力系统稳态分析 指导老师：王晓菲 成绩：
实验名称：BPA 电力系统建模实验

一、实验目的和要求

- 1、通过实验掌握电力网的结构和结线、标么值的换算方法
- 2、理解 PSD 集成软件，熟悉 BPA 软件操作，区分潮流数据文件中控制语句、网络数据语句和注释语句，掌握解读潮流数据文件的关键技巧
- 3、理解 BPA 潮流计算程序功能，熟练掌握运用 BPA 软件建模方法
- 4、理解平衡节点、PV 节点、PQ 节点，掌握发电机、符合、变压器、电力线路、无功功率补偿设备等基本元件在 BPA 平台上的建模方法

二、实验内容和原理

原始系统为 100kV 大电网，共 14 个节点，如图 1.1 所示。1、2、3、6、8 接了 5 台发电机，节点 1 作为平衡机，是平衡节点；2、3、6、8 是 PV 节点，其余为 PQ 节点；节点 7 为连接节点，节点 9 连接电容器。电网络共 17 条输电线路，3 条变压器支路。

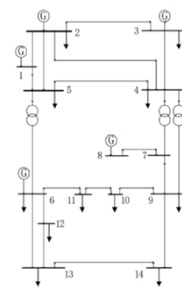


图 1.1 14 节点 100kV 电网结构图

利用 PSD 电力系统分析软件工具，计算该电网络数据，步骤如图 1.2 所示。



图 1.2 PSD 电力系统分析软件计算步骤

三、主要仪器设备（系统、软件或平台）

PC 机一台、PSD 电力系统分析软件工具。

四、操作方法与实验步骤

- 1、打开 PSD 软件，新建一个名为 IEEE14Bus.dat 的潮流数据文件，进行潮流数据计算。
- 2、将系统电压升级到 220KV，新建一个名为 IEEE14BusHV.dat 的潮流数据文件，进行潮流计算。
- 3、记录计算结果，分析数据得出结论。

五、实验数据记录和处理

1、S=100MVA，V=100KV

(1) 输入数据如图 1.3 所示。

25	节点数据									
26	节点数据									
27	注意:									
28	1 节点数据区必须指定一个BS、平衡节点									
29	2 注意功率的基本平衡									
30										
31	BS	BUS1	100					232.399990	-99991060	
32	BQ	BUS2	100	21.7	12.7			40.	50.	-40. 1045
33	BQ	BUS3	100	94.2	19.1			40.	0	1010
34	B	BUS4	100	47.8	-3.9					
35	B	BUS5	100	7.6	1.6					
36	BQ	BUS6	100	11.2	7.5			24.	-6.	1070
37	B	BUS7	100							
38	BQ	BUS8	100					24.	-6.	1090
39	B	BUS9	100	29.5	16.6	19.				
40	B	BUS10	100	9.	5.8					
41	B	BUS11	100	3.5	1.8					
42	B	BUS12	100	6.1	1.6					
43	B	BUS13	100	13.5	5.8					
44	B	BUS14	100	14.9	5.					
45										
46	线路数据									
47	注意:									
48										
49	L	BUS1	100	BUS2	100			.01938.05917		.0284
50	L	BUS1	100	BUS5	100			.05403.22304		.0246
51	L	BUS2	100	BUS3	100			.04699.19797		.0219
52	L	BUS2	100	BUS4	100			.05811.17632		.0187
53	L	BUS2	100	BUS5	100			.05695.17388		.017
54	L	BUS3	100	BUS4	100			.06701.17103		.0173
55	L	BUS4	100	BUS5	100			.01335.04211		.0064
56	L	BUS6	100	BUS10	100			.09498.1989		
57	L	BUS6	100	BUS12	100			.12291.25581		
58	L	BUS6	100	BUS13	100			.06615.13027		
59	L	BUS7	100	BUS8	100			.17615		
60	L	BUS7	100	BUS9	100			.11001		
61	L	BUS9	100	BUS10	100			.03181.0845		
62	L	BUS9	100	BUS14	100			.12711.27038		
63	L	BUS10	100	BUS11	100			.08205.19207		
64	L	BUS12	100	BUS13	100			.22092.19988		
65	L	BUS13	100	BUS14	100			.17093.34802		
66										
67	变压器数据									
68										
69										
70	T	BUS4	100	BUS7	100			.20912		97.8 100.
71	T	BUS4	100	BUS9	100			.55618		96.9 100.
72	T	BUS5	100	BUS9	100			.25202		93.2 100.
73	网络数据结束									

图 1.3 输入数据列表 (S=100MVA, V=100KV)

(2) 根据输入数据进行潮流计算, 计算结果文件.pfo 的关键表格如图 1.4-图 1.7 所示。

潮流方式名: IEEE30		工程名: TESTSYSTEM		*** 计算过程迭代信息 ***		时间: 2024-10-11	
14 节点		20 支路		带负荷调压变压器			
4 可调类型的节点		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
0 区域有功功率控制		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
0 无功功率控制		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
0 无功功率控制		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
0 无功功率控制		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
0 无功功率控制		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
1 平衡机		0 带负荷调压变压器		0 带负荷调压变压器			
ITERATION		P		Q		ABSOLUTE ERROR SUMMATION	
NO		(P.U. MW)		(P.U. MVAR)		(P.U. MW)	
INITIAL 1		2.52394		0.00000		0.00000	
INITIAL 2		0.00000		1.85789		0.00000	
1		0.69775		0.94125		0.00000	
2		0.69936		0.00144		0.00000	
3		0.69936		0.00000		0.00000	
4		0.69937		0.00000		0.00000	
5		0.69937		0.00000		0.00000	
计算结果收敛。							

图 1.4 计算过程迭代信息表

BUS1		100.0		106.00kV/ 0.00度		232.4有功功率		-16.9无功功率		4.23有功损耗		7.263无功损耗		1.060电压pu		BS	
BUS2		100.0				156.8有功功率		-28.4无功功率		2.784		2.860有功损耗		2.860无功损耗			
BUS5		100.0				232.4有功功率		-16.9无功功率		4.23有功损耗		7.263无功损耗		1.060电压pu		BS	
BUS10		100.0		105.13kV/ -15.10度		-3.8有功功率		-1.5无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS11		100.0				-5.1		-3.8无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS9		100.0				-9.0有功功率		-5.1无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS11		100.0		105.13kV/ -14.80度		3.8有功功率		1.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		1.057电压pu		S	
BUS10		100.0				-1.3		-3.8无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS6		100.0				-1.3		-3.8无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS12		100.0		105.52kV/ -15.08度		1.6有功功率		0.7无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		1.055电压pu		S	
BUS13		100.0				-7.1		-1.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS13		100.0		105.04kV/ -15.16度		-1.6有功功率		0.7无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		1.050电压pu		S	
BUS12		100.0				5.6		-1.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS14		100.0				-17.3		-5.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS14		100.0		103.58kV/ -16.04度		-5.6有功功率		1.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		1.038电压pu		S	
BUS13		100.0				-9.3		-5.6无功功率		0.012有功损耗		0.012无功损耗		0.000有功功率		0	
BUS9		100.0				40.0有功功率		-14.8无功功率		21.7有功功率		12.1无功功率		1.045电压pu		BQ	
BUS2		100.0		104.50kV/ -4.98度		-132.0有功功率		-27.7无功功率		4.23有功功率		7.263无功功率		2.860有功功率		2.860无功功率	
BUS3		100.0				73.2		1.6		2.330		5.149		2.392			
BUS4		100.0				56.1		1.3		1.677		1.106		2.042			
BUS5		100.0				41.3		0.8		0.902		-0.871		1.856			
BUS3		100.0		101.00kV/ -12.72度		-70.8有功功率		23.5无功功率		94.2有功功率		19.1无功功率		1.010电压pu		BQ	
BUS2		100.0				-23.3		-27.7无功功率		33.0有功功率		12.1无功功率		2.236有功功率		2.236无功功率	
BUS4		100.0				-11.7		-6.3无功功率		1.677		1.106		2.042			
BUS4		100.0		101.86kV/ -10.32度		-94.2有功功率		4.42有功功率		47.7有功功率		-3.9无功功率		1.019电压pu		S	
BUS2		100.0				-94.2有功功率		4.42有功功率		47.7有功功率		-3.9无功功率		1.019电压pu		S	
BUS3		100.0				-94.2有功功率		4.42有功功率		47.7有功功率		-3.9无功功率		1.019电压pu		S	
BUS5		100.0				-94.2有功功率		4.42有功功率		47.7有功功率		-3.9无功功率		1.019电压pu		S	
BUS9		100.0				-94.2有功功率		4.42有功功率		47.7有功功率		-3.9无功功率		1.019电压pu		S	
BUS10		100.0		102.03kV/ -8.78度		-72.8有功功率		2.6无功功率		7.902有功功率		1.6有功功率		1.020电压pu		S	
BUS2		100.0				-60.6		2.6无功功率		7.902有功功率		1.6有功功率		1.020电压pu		S	
BUS3		100.0				-60.6		2.6无功功率		7.902有功功率		1.6有功功率		1.020电压pu		S	
BUS6		100.0				-60.6		2.6无功功率		7.902有功功率		1.6有功功率		1.020电压pu		S	
BUS10		100.0		107.00kV/ -14.22度		7.3有功功率		12.2无功功率		11.24有功功率		7.7有功功率		0.970电压pu		BQ	
BUS11		100.0				7.3		12.2无功功率		11.24有功功率		7.7有功功率		0.970电压pu		BQ	
BUS12		100.0				7.8		12.2无功功率		11.24有功功率		7.7有功功率		0.970电压pu		BQ	
BUS13		100.0				17.1		12.2无功功率		11.24有功功率		7.7有功功率		0.970电压pu		BQ	
BUS5		100.0				-4.1		-8.4无功功率		4.67有功功率		0.149		100.9/ 93.2			
BUS10		100.0		106.20kV/ -13.37度		-26.1有功功率		11.3无功功率		0.000有功损耗		0.683有功功率		1.042电压pu		S	
BUS7		100.0				-26.1有功功率		11.3无功功率		0.000有功损耗		0.683有功功率		1.042电压pu		S	
BUS8		100.0				0.0有功功率		0.0有功功率		0.000有功损耗		0.962有功功率		1.000电压pu		BQ	
BUS10		100.0		109.00kV/ -13.37度		0.0有功功率		11.3无功功率		4.42有功功率		0.000有功损耗		1.000电压pu		BQ	
BUS7		100.0				0.0有功功率		11.3无功功率		4.42有功功率		0.000有功损耗		1.000电压pu		BQ	
BUS9		100.0		105.53kV/ -14.95度		-4.42有功功率		29.24有功功率		16.46有功功率		0.000有功损耗		1.056电压pu		S	
BUS10		100.0				9.9		4.42有功功率		16.46有功功率		0.000有功损耗		1.056电压pu		S	
BUS14		100.0				-16.1		-1.6		0.117		0.000		100.9/ 93.2			
BUS13		100.0				-16.1		-1.6		0.117		0.000		100.9/ 93.2			
BUS13		100.0		103.58kV/ -16.04度		-5.6有功功率		21.24有功功率		21.24有功功率		0.000有功损耗		1.038电压pu		S	
BUS14		100.0				-5.6有功功率		21.24有功功率		21.24有功功率		0.000有功损耗		1.038电压pu		S	

分区数据总结 — 分区									
发电机出力		负荷		损耗		并联负荷		充电功率	
MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
272.4	78.6	259.0	73.6	13.4	26.2	0.0	21.2	28.3	
整个系统的数据总结									
系统注入:		(MW)	(MVAR)						
发电机出力		272.39	78.60						
负荷		-259.00	-73.60						
节点并联导纳		0.00	21.20						
未安排的电源		0.00	0.00						
小结 (注入)		13.39	26.20						
系统损耗:									
等值并联导纳		0.00	0.00						
线路和变压器损耗		13.39	26.20						
线路充电功率			28.30						
直流换流器损耗		0.00	0.00						
小结 (损耗)		13.39	26.20						
系统净输出功率:		0.00	0.00						

图 1.6 详细的输出列表—分区数据总结与整个系统的数据总结

节点相关数据列表														
节点	电压 kV	发电 MW	发电 MVAR	功率因数	负荷 MW	负荷 MVAR	使用的	无动补偿 存在的	无动补偿 未安排	类型	所有者	分区	电压/角度 PU/度	
BUS1	100.0	106.0	232.4	-16.9	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S		1.060/ 0.0	
BUS10	100.0	105.1	0.0	0.0		9.0	5.8	0.0	0.0	0.0			1.051/ -15.1	
BUS11	100.0	105.7	0.0	0.0		3.5	1.8	0.0	0.0	0.0			1.057/ -14.8	
BUS12	100.0	105.5	0.0	0.0		6.1	1.6	0.0	0.0	0.0			1.055/ -15.1	
BUS13	100.0	105.0	0.0	0.0		13.5	5.8	0.0	0.0	0.0			1.050/ -15.2	
BUS14	100.0	103.6	0.0	0.0		14.9	5.0	0.0	0.0	0.0			1.036/ -16.0	
BUS2	100.0	104.5	40.0	42.4	0.69	21.7	12.7	0.0	0.0	0.0	Q		1.045/ -5.0	
BUS3	100.0	101.0	0.0	23.5		94.2	19.1	0.0	0.0	0.0	Q		1.010/ -12.7	
BUS4	100.0	101.9	0.0	0.0		47.8	-3.9	0.0	0.0	0.0			1.019/ -10.3	
BUS5	100.0	102.0	0.0	0.0		7.6	1.6	0.0	0.0	0.0			1.020/ -8.8	
BUS6	100.0	107.0	0.0	12.2		11.2	7.5	0.0	0.0	0.0	Q		1.070/ -14.2	
BUS7	100.0	106.2	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			1.062/ -13.4	
BUS8	100.0	109.0	0.0	17.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Q		1.090/ -13.4	
BUS9	100.0	105.6	0.0	0.0		29.5	16.6	21.2	21.2	0.0			1.056/ -14.9	
整个系统		272.4	78.6		259.0	73.6	21.2	21.2	0.0					
电容器总和							21.2	21.2	0.0					
电抗器总和							0.0	0.0	0.0					

图 1.7 输出分析列表—节点相关数据列表

(3) 计算结果收敛，整理潮流计算结果，得到表 1.1、表 1.2。

母线号	母线电压		发电机输出功率	
	幅值 (标幺值)	相角 (°)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
1	1.060	0.0	232.4	-16.9
2	1.045	-5.0	40.0	42.4
3	1.010	-12.7	0.0	23.5
4	1.019	-10.3	0.0	0.0
5	1.020	-8.8	0.0	0.0
6	1.070	-14.2	0.0	12.2
7	1.062	-13.4	0.0	0.0
8	1.090	-13.4	0.0	17.4
9	1.056	-14.9	0.0	0.0
10	1.051	-15.1	0.0	0.0
11	1.057	-14.8	0.0	0.0
12	1.055	-15.1	0.0	0.0
13	1.050	-15.2	0.0	0.0
14	1.036	-16.0	0.0	0.0

表 1.1 潮流计算结果

数据类型	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
发电机出力	272.39	78.60
负荷	-259.00	-73.60
节点并联导纳	0.00	21.20
系统损耗	13.39	26.20

表 1.2 潮流数据总结

2、S=100MVA，V=220KV

(1) 输入数据如图 2.1 所示。

节点数据									
...注意:									
1 节点数据必须指定一个BS、平衡节点									
2 注意功率的基本平衡									
BS	BUS1	220						232.399990-99991060	
BQ	BUS2	220	21.7	12.7				40. 50. -40. 1045	
BQ	BUS3	220	94.2	19.1				40. 0 1010	
B	BUS4	220	47.8	-3.9					
B	BUS5	220	7.6	1.6					
BQ	BUS6	220	11.2	7.5			24. -6. 1070		
B	BUS7	220							
BQ	BUS8	220					24. -6. 1090		
B	BUS9	220	29.5	16.6	19.				
B	BUS10	220	9.	5.8					
B	BUS11	220	3.5	1.8					
B	BUS12	220	6.1	1.6					
B	BUS13	220	13.5	5.8					
B	BUS14	220	14.9	5.					
线路数据									
...注意:									
L	BUS1	220	BUS2	220		.00400.01222		.1278	
L	BUS1	220	BUS5	220		.01116.04608		.1191	
L	BUS2	220	BUS3	220		.00971.04090		.106	
L	BUS2	220	BUS4	220		.01201.03643		.0905	
L	BUS2	220	BUS5	220		.01177.03593		.08228	
L	BUS3	220	BUS4	220		.01385.03534		.083732	
L	BUS4	220	BUS5	220		.00276.00870		.03098	
L	BUS6	220	BUS11	220		.01962.04109			
L	BUS6	220	BUS12	220		.02539.05285			
L	BUS6	220	BUS13	220		.01367.02692			
L	BUS7	220	BUS8	220		.03639			
L	BUS7	220	BUS9	220		.02273			
L	BUS9	220	BUS10	220		.00657.01746			
L	BUS9	220	BUS14	220		.02626.05586			
L	BUS10	220	BUS11	220		.01695.03968			
L	BUS12	220	BUS13	220		.04564.04130			
L	BUS13	220	BUS14	220		.03532.07190			
变压器数据									
T	BUS4	220	BUS7	220		.04321		215.2220.	
T	BUS4	220	BUS9	220		.11491		213.2220.	
T	BUS5	220	BUS6	220		.05207		205.0220.	

图 2.1 输入数据列表 (S=100MVA, V=220KV)

(2) 根据输入数据进行潮流计算, 计算结果文件.pfo 的关键表格如图 2.2-图 2.5 所示。

节点									
14 节点									
0 — 可调类型的节点									
0 — 区域无功功率控制									
0 — 无功功率源									
0 — 无功功率吸收器									
0 — 自动发电控制单元									
1 — 平衡机									
20 支路									
0 — 带负荷调压变压器									
0 — 直流系统									
0 — 理想调相机									
ITERATION	P	Q	ABSOLUTE	ERROR SUMMATION	BUS VOLTAGE	UNRESOLVED	D C	ADJUSTMENTS	JACOBIAN
NO	(P. U. MW)	(P. U. MVAR)	(P. U. MVA)	(P. U. MW)	(P. U. KV)	BUSES	SLM	TRUNC	MATRIX
INITIAL 1	4.41643	0.00000	0.00000	0.00000		11	0	0	102
INITIAL 2	0.00000	7.14798	0.00000	0.00000		9	0	0	50
1	3.39199	0.03836	0.00000	0.00000	0.00000	12	0	0	125
2	3.40967	0.00961	0.00000	0.00000	0.00000	1	0	0	0
3	3.40969	2.20702	0.00000	0.00000	0.00000	3	0	0	3
4	3.43062	0.07411	0.00000	0.00000	0.00381	3	0	0	1
5	3.43068	1.18823	0.00000	0.00000	0.00000	1	0	0	1
6	3.43271	0.01375	0.00000	0.00000	0.00000	1	0	0	0
7	3.43273	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000	0	0	0	0
8	3.43274	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0	0	0	0

计算结果收敛。

图 2.2 计算过程迭代信息表

BUS1	220.0	233.20kV/	0.00度	221.7无功出力	-40.8无功出力	0.789有功损耗	-26.192无功损耗	1.069电压pu	SS
BUS2	220.0			148.4无功出力	-26.8无功出力	0.534	-24.378	14.357无功功率	
BUS3	220.0			221.7PNET	-40.8QNET				
BUS10	220.0	240.39kV/	-2.91度	-6.1支路有功	-15.1支路无功	9.0有功负荷	5.8无功负荷	1.093电压pu	B
BUS9	220.0			-2.9	-9.3	0.038有功损耗	0.088无功损耗	0.000无功功率	
BUS11	220.0	241.81kV/	-2.92度	-9.3PNET	-5.8QNET	3.5有功负荷	1.5无功负荷	1.099电压pu	B
BUS10	220.0			6.2支路有功	15.2支路无功	0.038有功损耗	0.088无功损耗	0.000无功功率	
BUS6	220.0			-9.7	-17.0	0.062	0.130	0.000	
BUS12	220.0	242.74kV/	-3.05度	-3.3PNET	-1.9QNET	6.1有功负荷	1.6无功负荷	1.103电压pu	B
BUS13	220.0			2.2支路有功	2.4支路无功	0.004有功损耗	0.004无功损耗	0.000无功功率	
BUS13	220.0			-8.7	-4.0	0.018	0.037	0.000	
BUS13	220.0	242.33kV/	-3.04度	-4.1PNET	-1.6QNET	13.5有功负荷	5.8无功负荷	1.102电压pu	B
BUS12	220.0			-2.2支路有功	-2.4支路无功	0.004有功损耗	0.004无功损耗	0.000无功功率	
BUS14	220.0	240.31kV/	-3.12度	7.6	10.4	0.048	0.099	0.000	
BUS13	220.0			-18.8	-13.8	0.061	0.121	0.000	
BUS14	220.0			-13.3PNET	-5.8QNET				
BUS13	220.0			-7.5支路有功	-10.3支路无功	14.9有功负荷	5.0无功负荷	1.092电压pu	B
BUS13	220.0			-7.5	3.3	0.048有功损耗	0.088无功损耗	0.000无功功率	
BUS2	220.0	232.30kV/	-0.95度	-14.9PNET	-5.8QNET	21.7有功负荷	12.7无功负荷	1.056电压pu	BQ
BUS1	220.0			-40.8有功出力	-40.8无功出力	0.789有功损耗	-26.192无功损耗	14.246无功功率	
BUS3	220.0			-147.6支路有功	-0.2支路无功	0.439	-21.669	11.818	
BUS4	220.0			94.0	-22.8	0.335	-19.143	10.091	
BUS5	220.0			40.8	-14.4	0.179	-17.754	9.173	
BUS3	220.0	231.15kV/	-2.46度	18.3PNET	-52.7QNET	94.2有功负荷	19.1无功负荷	1.051电压pu	BQ
BUS2	220.0			-70.5支路有功	-7.4支路无功	0.439有功损耗	-21.669无功损耗	11.702无功功率	
BUS4	220.0			-23.7	-11.7	0.071	-18.376	9.243	
BUS4	220.0	232.03kV/	-2.05度	-94.2PNET	-19.1QNET				
BUS2	220.0			-53.7支路有功	4.7支路无功	47.8有功负荷	-3.9无功负荷	1.058电压pu	B
BUS3	220.0			23.7	-6.7	0.335有功损耗	-19.143无功损耗	10.060无功功率	
BUS5	220.0			-57.6	32.4	0.114	-6.323	9.314	
BUS7	220.0			25.2	-2.7	0.000	0.445	5.446	
BUS9	220.0			14.6	-2.8	0.000	0.214	215.2/220.0	
BUS5	220.0	231.71kV/	-1.74度	-47.8PNET	3.9QNET	7.6有功负荷	1.6无功负荷	1.053电压pu	B
BUS1	220.0			-72.8支路有功	-9.9支路无功	0.334有功损耗	-24.378无功损耗	13.207无功功率	
BUS2	220.0			-40.7	-3.5	0.179	-17.754	9.121	
BUS4	220.0			37.7	-38.9	0.114	-6.323	3.437	
BUS6	220.0			48.2	50.6	0.000	1.999	205.0/220.0	
BUS6	220.0	243.39kV/	-2.89度	-6.0有功出力	-6.0无功出力	11.2有功负荷	7.5无功负荷	1.107电压pu	BQ
BUS11	220.0			9.7支路有功	-0.2支路无功	0.018	0.037	0.000无功功率	
BUS12	220.0			8.4	4.1	0.061	0.121	0.000	
BUS13	220.0			18.9	13.9	0.000	1.999	220.0/205.0	
BUS5	220.0			-48.2	-11.7PNET	-13.5QNET			
BUS7	220.0	239.30kV/	-2.58度	-25.2支路有功	24.1支路无功	0.000有功损耗	0.445无功损耗	1.058电压pu	B
BUS4	220.0			0.0	-6.8	0.000	0.014	220.0/215.2	
BUS8	220.0	239.80kV/	-2.58度	0.0PNET	0.0QNET	0.000有功损耗	0.014无功损耗	0.000无功功率	
BUS7	220.0			0.0有功出力	6.8无功出力	0.000有功损耗	0.014无功损耗	1.090电压pu	BQ
BUS9	220.0	240.10kV/	-2.86度	2.9支路有功	-3.3支路无功	29.5有功负荷	16.6无功负荷	1.091电压pu	B
BUS10	220.0			7.4	-3.3	0.018	0.039	0.000	
BUS14	220.0			-14.6	3.0	0.000	0.214	220.0/213.2	
BUS7	220.0			-25.2	17.6	0.000	0.180	0.000无功功率	
				-29.3PNET	22.6无功出力	22.6无功出力			

图 2.3 详细的输出列表—潮流支路列表

分区数据总结 — 分区		负荷		损耗		并联负荷		充电功率
MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR
261.7	-79.7	259.0	73.6	2.7	-130.7	0.0	22.6	142.6
整个系统的数据总结		(MW)		(MVAR)				
系统注入:		261.72		-79.69				
发电机出力		-259.00		-73.60				
节点并联导纳		0.00		22.63				
未安排的电源		0.00		0.00				
小结 (注入)		2.72		-130.66				
系统损耗		0.00		0.00				
等值并联导纳		2.72		-130.66				
线路和变压器损耗		0.00		142.61				
线路充电功率		0.00		0.00				
直流换流器损耗		2.72		-130.66				
小结 (损耗)		0.00		0.00				
系统净输出功率:		0.00		0.00				

图 2.4 详细的输出列表—分区数据总结与整个系统的数据总结

* 节点相关数据列表											
节点	电压 kV	发电 MW	发电 MVAR	功率因数	负荷 MW	负荷 MVAR	无功补偿 使用的	无功补偿 存在的	未安排	类型 所有者 分区	电压/角度 PU/度
BUS1	220.0	233.2	221.7	-40.5	-0.98	0.0	0.0	0.0	0.0	S	1.060/-0.0
BUS10	220.0	240.4	0.0	0.0	9.0	5.8	0.0	0.0	0.0		1.093/-2.9
BUS11	220.0	241.8	0.0	0.0	3.5	1.8	0.0	0.0	0.0		1.099/-2.9
BUS12	220.0	242.7	0.0	0.0	6.1	1.6	0.0	0.0	0.0		1.103/-3.0
BUS13	220.0	242.3	0.0	0.0	13.5	5.8	0.0	0.0	0.0		1.102/-3.0
BUS14	220.0	240.3	0.0	0.0	14.9	5.0	0.0	0.0	0.0		1.092/-3.1
BUS2	220.0	232.3	40.0	-40.0	-0.71	21.7	12.7	0.0	0.0	Q	1.056/-1.0
BUS3	220.0	231.2	0.0	0.0	94.2	19.1	0.0	0.0	0.0	Q	1.051/-2.5
BUS4	220.0	232.0	0.0	0.0	47.8	-3.9	0.0	0.0	0.0		1.055/-2.1
BUS5	220.0	231.7	0.0	0.0	7.6	1.6	0.0	0.0	0.0		1.053/-1.7
BUS6	220.0	243.6	0.0	-6.0	11.2	7.5	0.0	0.0	0.0	Q	1.107/-2.9
BUS7	220.0	239.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		1.088/-2.6
BUS8	220.0	239.8	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Q	1.090/-2.6
BUS9	220.0	240.1	0.0	0.0	29.5	16.6	22.6	22.6	0.0		1.091/-2.9
整个系统											
电容器和电抗器总和		261.7	-79.7		259.0	73.6	22.6	22.6	0.0		
							22.6	22.6	0.0		
							0.0	0.0	0.0		

图 2.5 输出分析列表—节点相关数据列表

(3) 计算结果收敛，整理潮流计算结果，得到表 1.1、表 1.2。

母线号	母线电压		发电机输出功率	
	幅值 (标幺值)	相角 (°)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
1	1.060	0.0	221.7	-40.5
2	1.056	-1.0	40.0	-40.0
3	1.051	-2.5	0.0	0.0
4	1.055	-2.1	0.0	0.0
5	1.053	-1.7	0.0	0.0
6	1.107	-2.9	0.0	-6.0
7	1.088	-2.6	0.0	0.0
8	1.090	-2.6	0.0	6.8
9	1.091	-2.9	0.0	0.0
10	1.093	-2.9	0.0	0.0
11	1.099	-2.9	0.0	0.0
12	1.103	-3.0	0.0	0.0
13	1.102	-3.0	0.0	0.0
14	1.092	-3.1	0.0	0.0

表 1.1 潮流计算结果

数据类型	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
发电机出力	261.72	-79.71
负荷	-259.00	-73.60
节点并联导纳	0.00	22.63
系统损耗	2.72	-130.68

表 1.2 潮流数据总结

六、分析与思考

1、PSD-BPA 软件的数据文件由哪几个部分构成？其控制语句各有什么作用？

数据文件 (*.dat) 由控制语句、网络数据和注释语句构成。

一级控制语句有：

1.潮流开始(POWERFLOW, CASEID=潮流方式名, PROJECT=工程名)

2.潮流结束:(END)

二级控制语句有：

指定输出输入的原始数据: /PINPUT LIST,ZONES=ALL\

1.详细输出选择: /P OUTPUT LIST, ZONES=分区名,FULL\

2.分析输出选择: /P ANALYSIS LIST,LEVEL=1、2、3、4,ZONES=分区列表\

- 3.基准容量语句: /MVA BASE=基准功率(MVA)(不填该语句时, 采用缺省值 100MVA)
- 4.指定计算结果输出顺序: /RPT SORT=ZONE\
- 5.指定二进制结果文件名: /NEW BASE,FILE=文件名\输出绘图需要的二进制文件:/PF MAP FILE=文件名)

三级控制语句有:

求解控制语句: /SOLUTION\。该语句后面可填写求解控制三级控制语句, 如算法选择语句 SOL ITER,DECOUPLED=2, CURRENT=0,NEWTON=15<

2、电力系统潮流计算的用途有哪些?

电力系统潮流计算是对复杂电力系统正常和故障条件下稳态运行状态的计算,能够确定节点电压和功率分布,评估设备负荷、电压质量和功率损耗,为基础电力系统的静态和暂态稳定分析提供数据支持,从而分析电力系统在特定运行方式下的稳态性能,支持电力系统的规划、设计和运行决策,对现有电力系统的运行和扩建。

3、为什么要使用标么值? 以及如何计算标么值?

标么值用于标准化电力系统中不同量纲和单位的物理量,简化计算,便于比较和分析。计算方法为,一个物理量的标么值等于该量的有名值除以其基准值。基准值通常根据系统的最大或额定值设定。

4、根据实验结果举例说明系统电压升高有什么效果?

实验结果显示, 100KV 时, 系统损耗的有功功率 13.39MW, 无功功率 26.20Mvar, 而 220KV 时, 有功功率 2.72MW, 无功功率-130.68Mvar。系统电压升高, 系统的有功损耗显著减小, 无功功率由正转负, 相当于对系统注入无功功率, 因此系统电压升高有利于电能的传输, 降低系统能量损耗。

5、PSD-BPA 软件的潮流计算模型有哪些注意事项?

- 1.集成分析平台提供了对话框形式的数据填写界面, 填写完毕后自动生成数据卡。
- 2.填写浮点数时, 如果列数足够, 一定填写小数点。
- 3.有些数据项需要填写有名值, 另外一些需要填写标么值, 可参考实验指导书与数据填写界面的明确说明。所有标么值参数都以系统的基准容量折算, 系统的基准容量由控制语句统一指定, 系统的基准容量默认值为 100MVA。
- 4.不同类型的数据卡片可以根据需要任意放置, 但所有数据卡需集中在一起。

6、实验过程中遇到哪些问题, 如何解决? 有哪些实验收获?

问题与解决方法: 实验过程基本顺利, 值得注意的是, 小数点占 1 位, 在输入小数时直接用小数点可能会导致精度不足。对此, 根据 PSD 软件小数点后保留 3 位的输入特点, 用 1045 代替 1.045, 即可正常计算。

收获: 本次实验我初次学习并上手使用了 PSD 软件, 并熟悉了其数据填写和计算的操作, 对电力系统潮流计算有了更深的理解。通过 BPA 电力系统建模实验, 学会了如何从整体上分析和理解复杂系统的行为, 这对于解决其他工程问题同样重要。