编号: X2024

电科院系统所电力系统分析软件

程序培训手册

- ●中国版 BPA 潮流计算程序(2.1 版)
- ●中国版 BPA 暂态稳定计算程序(2.1 版)
- ●人机界面及图形辅助计算分析程序

中国电力科学研究院系统所 北京能盛电力系统技术有限公司 2000 年 7 月 工作单位:中国电力科学研究院系统研究所

工作时间:1991年8月~2000年7月

工作人员:汤 涌、卜广全、印永华、陶向红、陈珍珍、刘增煌

报告编写: 卜广全、陈珍珍、陶向红

报告审核:

系 统 室:李柏青

系 统 所:汤 涌

院 科研处:胡学浩

院学术委员会:印永华

报告批准:院 总 工:周孝信

目 录

1	系统所电力系统分析软件包简介	1
2	系统所电力系统分析软件包总体概貌	1
3	潮流程序	3
	3.1 程序算法 3.2 程序主要功能 3.3 输入、输出相关文件 3.4 程序常用控制语句 3.5 程序常用卡片(B卡、L卡及T卡) 3.6 TextEdit 数据文件编辑器界面 3.7 算例 3.8 计算结果介绍(PFO文件) 3.9 程序应用注意问题 3.10 演示	3 4 5 6 10
4	单线图格式潮流图 4.1 单线图格式潮流图主要功能 4.2 单线图格式潮流图输入、输出相关文件 4.3 注意问题 4.4 演示	16 16
5	地理接线图格式潮流图主要功能 5.1 软件特点 5.2 地理接线图格式潮流图输入、输出相关文件 5.3 注意问题 5.4 演示	18 19
6	稳定程序	20 21 22 22

《电力科学研究院系统所电力系统分析软件》

	6.8	其它	32
	6.9	演示	32
7	稳定曲	3线作图工具	33
	7.1	软件特点	33
	7.2	输入、输出相关文件	33
	7.3	演示	33
8	程序安	受装及软件加密	34
	8.1	程序安装	34
	8.2	软件狗驱动程序	35
	8.3	软件狗注意事项	35
9	操作系	经统设置	35
	9.1	屏幕显示设置	35
	9.2	文件扩展名显示设置	36
10	联系圳	b. 뇌ト	36

1 系统所电力系统分析软件包简介

系统所目前应用于 Windows 9x/NT/2000 平台的电力系统分析软件包主要由 潮流程序、暂态稳定程序、人机界面及图形辅助计算分析程序等软件构成。

潮流及暂态稳定程序是由电力科学研究院从美国 BPA(Bonneville Power Administration)引进的。

自从 1984 年以来,经过大量的消化吸收、开发创新和推广应用工作,形成了适合我国电力系统计算分析要求的中国版 BPA 电力系统潮流及暂态稳定分析程序。目前的中国版 BPA 潮流及暂态稳定程序是在 1990 版 BPA 程序的基础上经不断的完善和开发而形成的。

使用计算机:VAX、IBM 等小型机-PC 286+协处理板、Unix 工作站、PC386、486 及奔腾系列和兼容机,目前主要以微机为主。操作系统:微机上有 DOS 及 Windows 9x/NT/2000 版。

近四年来,又投入大量的人力和物力自行开发、研制了软件包的图形及人机界面部分,使 BPA 电力系统分析程序迈上了新的台阶。目前已经在国内生产、运行、规划、科研及大学等单位得到广泛应用。

主要工作: 增加不对称故障及复故障等计算功能。

增加新功能,如新励磁模型、机组失磁故障模拟、新的负荷模型、多轮次低周切负荷装置模拟等等。

程序推广应用

人机界面及图形辅助计算分析程序开发等。

BPA 电力系统分析程序的开发和推广项目于 1986 年获原水利电力部科技进步二等奖、1994 年获原电力工业部科技进步三等奖。

2 系统所电力系统分析软件包总体概貌

Windows9x/NT/2000 平台各相关程序之间的关系:

平台:

PSAP 界面

潮流计算界面

稳定计算界面

数据文件编辑器界面(TextEdit)

核心程序:

中国版 BPA 潮流计算程序

中国版 BPA 暂态稳定计算程序

辅助分析程序:

单线图格式潮流图程序 (Joy)

地理接线图格式潮流图程序 (Clique)

稳定曲线作图工具(CurveMaker)

上述各软件相互之间的关系及相关的输入输出文件见图 1 (电科院系统所电力系统分析软件包总体框图)。

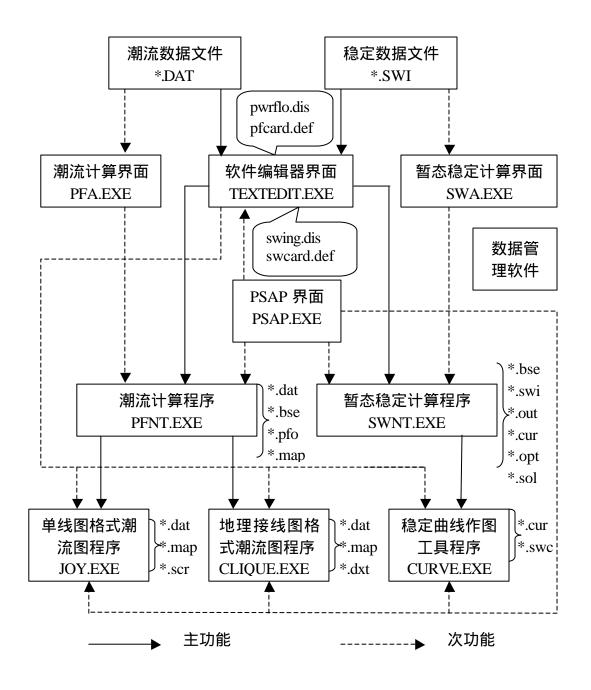


图 1 系统所电力系统分析软件包总体框图

3 潮流程序

3.1 程序算法

潮流程序的计算方法采用 P - Q 分解法和牛顿 - 拉夫逊法相结合,以提高潮流计算的收敛性能,程序通常先采用 P - Q 分解法进行初始迭代,然后再转入牛顿 - 拉夫逊法求解潮流。

3.2 程序主要功能

(1)基本功能

可进行交流系统潮流计算,也可进行包括双端和多端直流系统的交直流混合 潮流计算。

(2)自动电压控制

多种类型的发电机节点电压控制。除一般的 PQ、PV 及缓冲节点外,还具有发电机远方控制高压等级母线电压等多种控制节点类型。

自动投切电抗器和电容器电压控制功能。

自动带负荷调节变压器分接头电压控制功能。

(3) 联络线功率控制

通过自动发电控制(AGC)功能,自动控制联络线的功率交换为给定值。

(4)系统事故分析(N-1 开断模拟)

用断线补偿法快速检查指定系统中的每个元件故障后的系统运行状态,找出 系统运行的薄弱环节,为电网运行、规划提供依据。

(5) 网络等值

可采用 REI 法,对指定区域进行静态等值,能保证等值网潮流结果与原始网一致。

(6) 灵敏度分析

能够按指定的扰动量,给出功角、电压灵敏度以及线路功率、线路损耗、网 损等灵敏度分析报告。

(7) 节点 P - V、Q - V 和 P - Q 曲线

在系统施加一定的电压、无功或有功扰动后,程序可自动给出 P - V、Q - V和 P - Q 变化模拟曲线。

(8)确定系统极限输送水平

可方便地使系统发电机出力和负荷成比例地增加或减少,以预测网络对负荷 的适应能力。

(9)负荷静特性模型

可以模拟由恒定功率、恒定电流和恒定阻抗构成的静态综合负荷模型,用来模拟电压变化对负荷的影响。

(10) 灵活多样的分析报告

程序可由潮流计算结果整理出 16 种类型的分析和统计报告,也可由用户自己定义分析报告。

(11) 详细的检错功能

程序中有 900 多种检错信息,表示出错的原因及性质,便于用户根据检错信息发现和纠正错误。

3.3 输入、输出相关文件

*.dat 潮流计算数据文件

*.bse 潮流计算二进制结果文件(可用于潮流计算的输入或稳定计算)

*.pfo 潮流计算结果文件

*.map 供单线图格式潮流图及地理接线图格式潮流图程序使用的二进

制结果文件

*.pff, *.pfd 中间文件(正常计算结束后将自动删除。不正常时,将留在硬盘

上,可随时删除)

pwrflo.dis 储存一个潮流作业计算时屏幕显示的信息。

pfcard.def 定义潮流程序卡片格式文件,用户可更改及调整该文件。该文件

安装时放在与潮流程序相同的目录中。 打开 TextEdit 应用程序时

先读入该文件。详见 3.6 节。

3.4 程序常用控制语句

例1:

(POWERFLOW, CASEID=IEEE9, PROJECT=IEEE 9BUS TEST SYSTEM)

/SOL_ITER,DECOUPLED=2,NEWTON=15,OPITM=0\

 $./P_INPUT_LIST,ZONES = ALL \setminus$

/P_OUTPUT_LIST,ZONES=ALL\

/RPT_SORT=ZONE\

/NEW_BASE,FILE=IEEE90.BSE\

 $/PF_MAP,FILE = IEEE90.MAP \setminus$

/NETWORK_DATA\

.

.....节点及支路数据

.

(END)

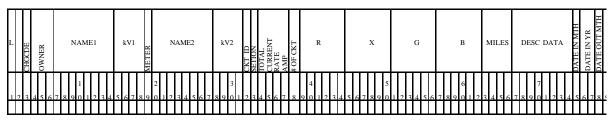
其中 ,/PF_MAP,FILE = IEEE90.MAP\控制语句为 Windows 9x /NT/2000 版潮流计算程序生成二进制 IEEE90.MAP 文件 ,供单线图格式潮流图及地理接线图格式潮流图程序使用。

3.5 程序常用卡片(B卡、L卡及T卡)

B卡 - 节点数据卡

П	S	2	O						SHU	JNΓ			Q		V				% S
	U F	I	W			Z	LOAD			CAP=+	P	P GEN	SCHED	QMIN	HOLD	VMIN	REMOTE BUS		V P
В	В	3	N	NAME	kV	О			LOAD	REA= -	MAX	MW	QMAX	MVAR	V	PU			A P
	T C	2	E			N	P	Q	- +				MVAR		MAX		NAME	kV	R L
	PΙ)	R			E	MW	MVAR							PU				S D
	ΕE	3							MW	MVAR									
	Т	Т	П	1		2		3			4	ШП	5		6		7		8
1	2	3 4	156	7 8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8	9 0	1 2 3 4 5	67890	1 2 3 4	5678	9 0 1 2	3 4 5 6 7	8 9 0 1 2	3 4 5 6 7	8 9 0 1	2 3 4 5	6 7 8 9 0 1 2 3	4 5 6 7	8 9 0
			Ш			Ш													

L卡 - 对称线路数据卡



T - 变压器数据卡

Т	S C U H B C	H	O W N		N.	AME	1			kV	/1	M	AI		N/	M	E2				kV	2	I	S E C		TAI MV		# O F				Z	Įpi									Ypi	i					SI	HA: HIIF EG	Т							DA IN	TE		ATE OUT		
	T C P E E E	-	E R									T H	2										D	T I O N	1	RA'	ГЕ	O K T			R				3					G					В			TI kV				T k	P2 V				M T H	1	M T H	Y R		
1	2	3 4	4 5	6	7 8	9 (1 2	2 3	4 :	5 6	7	8	9 (1	2	3	4	5 6	5 7	8	9	3	1 2	3	4	5 (5 7	8	4 9 0	1	2	3 4	4 5	6	7	8 9	5	1 :	2 3	4	5	6	7 8	9	6	1 :	2 3	4	5	6	7	8 9	7	1	2 :	3 4	5	6 7	7 8	3 9	8	
T							ш				Ш																														Ш											Ш			Ш	Ш	ш	\perp	L	Ш	ш	
T			Ш														1	Ι	L						П																П											I			I	$oldsymbol{\mathbb{D}}$		I	L	П	П	

3.6 TextEdit 数据文件编辑器界面

Text Edit 数据文件编辑器界面可以编辑、修改数据,也可以作为计算平台进行潮流、暂态稳定及小扰动稳定计算,另外也可查看计算结果文件,并具备完全的 Windows 操作风格和特性。

3.6.1 主要功能和特点

- (1) 具有一般常用编辑器具备的编辑特性,如:拷贝、粘贴、剪切、查找、替换、全选等。包含通用编辑软件 NotePad 的全部功能。
- (2) 字体、字号选择功能。缺省为等宽字体,便于数据对齐、比较。
- (3) 当前光标位置的行列显示。
- (4) 数据卡片字段提示功能。随时提示当前行列位置上的数据卡片字段的列范围、数据格式、字段含义。便于 BPA 潮流程序和稳定程序的初学者及老用户进行数据文件的录入、修改和数据卡片的格式检查工作。
- (5) 提供运行 BPA 潮流程序、稳定程序的另一途径。在 TextEdit 环境中,可以方便地启动与当前编辑窗口中的数据文件相关联的执行程序,进行潮流或稳定计算,并可方便地显示计算结果。
- (6) 具有文件基本操作功能,如:打开、保存、另存、打印等功能。

3.6.2 程序界面和按钮说明

程序运行的主要界面如图 2.1 所示。图面从上到下依次是:文档标题、菜单项、命令按钮、文档窗口、状态提示条。

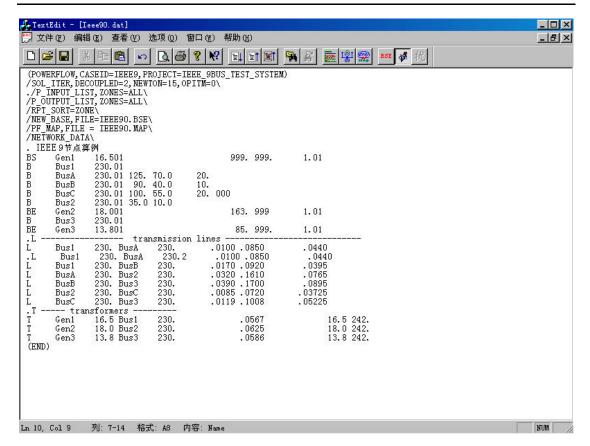


图 2.1 数据文件编辑软件编辑潮流数据时效果图

文档标题显示当前激活的文档窗口中所含的文件名称。

文档窗口可以有多个,用于显示和编辑不同的数据文件和计算结果。文档窗口中的文件内容都是可编辑、可保存、可打印的。

状态提示条用于显示当前光标所在的行列位置及光标所在数据字段的格式 提示。状态提示条也用于显示菜单命令及相应按钮的简短帮助信息。

命令按钮的简要说明如图 2.2 所示。



图 2.2 命令按钮简要说明

3.6.3 执行特殊功能的"选项"命令

(1) 基 及选项(<u>O</u>)|执行计算(<u>R</u>)

启动与当前文档窗口中的数据文件相关联的执行程序:①当前文件的扩展名为 DAT,则启动潮流计算程序;②当前文件的扩展名为 SWI,则启动稳定计算程序,自动选用原来指定的潮流计算结果文件[参见本节(7)用选择 BSE 文件命令确定潮流 BSE 文件]和该稳定数据文件一起进行稳定计算。

打开并显示与当前文档窗口中的数据文件相关联的潮流或稳定计算结果文件。例如,当前激活文件是 ieee9.dat,则弹出 ieee9.pfo 文件;当前激活文件是 ieee9.swi ,则弹出 ieee9.out 文件。

(3) № 及选项(0) |卡片提示或卡片不提示

选择此命令,则状态提示条里只显示当前光标所在的行列位置,而不显示光标所在数据字段的格式提示。此时,该命令变成"卡片提示"命令。执行同一命令恢复数据字段的格式提示功能。

- (4) 及选项(O) 启动单线图程序
- (5) 及选项(<u>O</u>)|启动稳定曲线程序
- (6) 及选项(<u>0</u>) 启动地理接线图程序
- (7) 及选项(<u>O</u>) 选择 BSE 文件

选择参与稳定计算用的潮流结果文件。执行此命令后,弹出对话框如图 2.3 所示,按"浏览其他文件"钮可以选择其他 BSE 文件。按"确认"钮后,此 BSE 文件名自动保存,并对以后的稳定计算一直有效。



图 2.3 选择稳定计算用的 BSE 文件对话框

(8) 及选项 (○) |首选 DAT 文件或首选 SWI 文件

选择打开文件时的首选缺省文件类型是 DAT 或 SWI。此命令前打钩表示首选缺省文件类型是 DAT,便于迅速选择并打开潮流数据文件。不打钩表示首选缺省文件类型是 SWI,便于迅速选择并打开稳定数据文件。

3.6.4 TextEdit 提示功能

潮流及稳定数据是基于卡片格式的,该软件也可以给出光标所在位置的变量名称、变量应在的列范围、数据格式等信息。潮流及稳定的提示信息分别储存在PFCARD.DEF 或 SWCARD.DEF 文件,如潮流中 B 卡提示的内容如下:

```
:B (交流节点数据卡)
```

- 1,1,A1,Card ID
- 2,2,A1,Sub Type
- 3,3,A1,Change Code
- 4,6,A3,Owner
- 7,14,A8,Name
- 15,18,F4.0,kV
- 19,20,A2,Zone
- 21,25,F5.0,PL(MW)
- 26,30,F5.0,QL(MVar)
- 31,34,F4.0,Pshunt(MW)
- 35,38,F4.0,Qshunt(MVar) + Cap Rea
- 39,42,F4.0,Pmax
- 43,47,F5.0,PGen(MW)
- 48,52,F5.0,QSCHED(MVAR) or Qmax(MVAR)
- 53,57,F5.0,Qmin(MVAR)
- 58,61,F4.3,V-HOLD(v) or Vmax(p.u.)
- 62,65,F4.3,Vmin(p.u.)
- 66,73,A8,Remote Bus Name
- 74,77,F4.0,Remote Bus Base(kV)
- 78,80,F3.0,VARS-SPPLD(%)

,

说明:

- (1)上例中":"后的"B"为卡片类型识别码,括号内的内容为对本卡的说明,后续内容依次为卡片某一量对应列的开始及结束位置、格式以及变量名称。";"为一个卡片的结束标志。
- (2) 一般卡片的第一及第二列作为卡片类型识别码。如母线卡为"BE"卡, 也应有卡片类型识别码为"BE"的信息说明内容。
- (3)提示的变量名称等可以修改:变量名修改或改成中文,如 Name 可以 改为"母线名"。

(4)卡片的顺序可以调整。对于卡片的第一及第二列均相同的卡片优先使用排在前面的卡片提示信息,可根据需要调整顺序。

3.6.4 TextEdit 其他说明

由于临时文件(pwrflo.dis)的关系,目前同一数据文件目录下只能有一个潮流作业处于运行和计算状态。

编辑数据后,可不用先保存数据文件在进行计算,当按执行潮流或稳定计算按钮后,程序自动保存数据,后开始计算。计算结束后,缺省自动装入计算结果文件*.PFO 或*.OUT,用户也可禁止自动装入计算结果文件。

3.7 算例

IEEE 9 节点例题:

节点参数、线路参数及变压器参数分别见表 1.1~表 1.3。

节点名	电压基准 (kV)	节点类型	有功负荷 (MW)	无功负荷 (Mvar)	有功出力 (MW)	无功出力 (Mvar)
GEN1	16.5	V (V=1.04pu)				
GEN1	230.0	PQ				
GEN2	18.0	PV(V=1.025pu)			163.0	
GEN2	230.0	PQ				
GEN3	13.8	PV(V=1.025pu)			85.0	
GEN3	230.0	PQ				
STATIONA	230.0	PQ	125.0	50.0		
STATIONB	230.0	PQ	90.0	30.0		
STATIONC	230.0	PQ	100.0	35.0		

表 1.1 IEEE 9 节点算例节点参数

表 1.2 IEEE 9 节点算例线路参数

单位:pu

线路首端节 点名	电压基 准(kV)	线路末端节 点名	电压基 准(kV)	R	X	B/2
GEN1	230.0	STATIONA	230.0	0.01	0.085	0.044
GEN1	230.0	STATIONB	230.0	0.017	0.092	0.0395
STATIONA	230.0	GEN2	230.0	0.032	0.161	0.0765
STATIONB	230.0	GEN3	230.0	0.039	0.17	0.0895
GEN2	230.0	STATIONC	230.0	0.0085	0.072	0.03725
STATIONC	230.0	GEN3	230.0	0.0119	0.1008	0.05225

注:功率基准值为 100MVA

表 1.3 IEEE 9 节点算例变压器参数

单位:pu

首端节点名	电压基 准(kV)	末端节点名	电压基 准(kV)	R	X	变比
GEN1	16.5	GEN1	230.0	0.0	0.0576	1:1.0
GEN2	18.0	GEN2	230.0	0.0	0.0625	1:1.0
GEN3	13.8	GEN3	230.0	0.0	0.0586	1:1.0

注:功率基准值为 100MVA

网络结构参见图 3。对应于上述系统及数据的潮流计算数据(IEEE90.DAT) 见例 2。

例 2: (POWERFLOW, CASEID=IEEE9, PROJECT=IEEE_9BUS_TEST_SYSTEM) /SOL_ITER, DECOUPLED=2, NEWTON=15, OPITM=0\ ./P INPUT LIST, ZONES=ALL\ /P_OUTPUT_LIST, ZONES=ALL\ /RPT SORT=ZONE\ /NEW_BASE, FILE=IEEE90.BSE\ /PF MAP, FILE = IEEE90.MAP\ /NETWORK_DATA\ BS GEN1 16.501 999. 999. 1.04 В GEN1 230.01 В STATIONA230.01 125. 50.0 0. В STATIONB230.01 90. 30.0 0. 0.000 В STATIONC230.01 100. 35.0 GEN2 В 230.01 BE GEN2 18.001 163. 999 1025 В GEN3 230.01 BE GEN3 85. 999. 1025 13.801 .L ----- transmission lines -----GEN1 230. STATIONA230. .0100 .0850 .0440 .L GEN1 230. STATIONA230.2 .0100 .0850 .0440 L 230. STATIONB230. .0170 .0920 GEN1 .0395 L STATIONA230. GEN2 230. .0320 .1610 .0765 L STATIONB230. GEN3 230. .0390 .1700 .0895 L GEN2 230. STATIONC230. .0085 .0720 .03725 STATIONC230. GEN3 .0119 .1008 230. .05225 .T ----- transformers -----Т GEN1 16.5 GEN1 230. .0576 16.5 230. 18.0 230. Τ 18.0 GEN2 230. GEN2 .0625 Т GEN3 13.8 GEN3 230. .0586 13.8 230. (END)

3.8 计算结果介绍(PFO文件)

潮流计算结果文件内容主要分下述几个方面:

- 1)程序控制语句列表。
- 2)输入、输出文件及输出的内容列表。
- 3)错误信息。如为致命性错误,则中断计算。
- 4)误差控制参数列表。
- 5) 迭代过程。
- 6) 计算结果输出:

详细计算结果列表 按节点、与该节点相联接支路顺序,并根据用户的要求(通过控制语句控制)可按照字母、分区或区域排序输出潮流计算结果。

分析报告列表 并根据用户的要求(通过控制语句控制),输出各种潮流分析报告。

7) 错误信息统计。

3.9 程序应用注意问题

(1) 卡片注释

第一列如为 ".",则该行为 "注释"行,该行内容不参加计算和输出,可用于数据修改的注释或备份。

(2) 卡片顺序

程序控制语句一般集中在一起使用(一至三级控制语句)

不同类型的数据卡片可以交叉使用,如 B、L、T、R 等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。

(3)关于数据

节点数据一般功率量都为有名值, PV 及 V 节点电压值为标么值。

支路数据阻抗和导纳参数都为标么值,缺省功率基准值为 100MVA(其值可通过专用控制语句修改)。

线路和变压器的容量仅用于检查过负荷(正常方式下及 N-1 校核时)。

变压器的变比需要填变压器两侧的实际抽头位置(有名值,kV)。三卷变压器需要分成三个两绕组变压器卡填写。

数据卡片中的数据应按照固定格式输入或修改,需要注意数据卡片的范围和位置,避免出现错误。

刚开始应用 BPA 程序时,对于实数型数值应尽量填写小数点。

必要时利用缺省小数点增加数据的有效位数。

例:潮流数据交流节点卡(B卡)中"指定节点电压"

列	格式	说明
58 - 61	F4.3	所安排的电压值或者 Vmax(标么值)

假定要填写电压值为1.03

填法1:

58	59	60	61
1		0	3

程序读为:1.03

填法2:

58	59	60	61
1	0	3	

程序读为:0.103

填法3:

58	59	60	61
1	0	3	0

程序读为:1.03

"填法 3"即缺省小数点法。缺省小数点对于 F4.3 格式来说,小数点在第 58 列和 59 列之间。如电压值要控制在 1.025,用缺省小数点法是最合适的。

(4) PV 节点及缓冲节点

程序内部认为 BE 节点是无功出力没有上下限的 PV 节点,一般潮流在粗调阶段或潮流收敛较困难时使用(高压母线上也可以使用),潮流在微调阶段应尽量将该类型的 PV 点转化为其它类型节点,否则需要特别关注该节点的无功出力是否在实际的发电出力范围内。若 BE 节点在填写卡片时无功出力有上下限,并且无功出力在限制的范围外时,将在输出结果中给出超过上限或下限值的量,称之为未安排无功(Unscheduled),应对该值应进行妥善处理,否则潮流计算结果不符合实际情况,且稳定计算时将把未安排无功作为恒定阻抗功率处理,将存在一定的误差。

BQ、BG 等节点类型的发电机无功出力有一定的限制。

对潮流计算结果应注意检查 PV 及缓冲节点的无功出力是否在合适的范围内,缓冲节点的有功出力是否越限,PQ 节点的电压是否合理等等。

(5)区域联络线功率控制

应用区域联络线功率控制时,AGC 机组应优先选用 PV 及缓冲节点,应注意检查这些节点的有功出力是否合理。

(6)发电机机端负荷

在 BPA 潮流程序中,发电机机端也可以填写负荷,用于表示厂用电负荷。 但在稳定计算时,仅把该节点当作发电机出力,没有考虑其所带负荷的负荷特性, 因此计算结果可能有误差,故不推荐采用该方法。推荐方法:

- 1)发电机出力扣除厂用电,稳定数据文件中调速器最大出力也扣除厂用电。
- 2) 把厂用电当作恒定阻抗, 当作并联负荷填到潮流 B 卡中。

(7) 潮流不收敛时的处理

检查原始数据,如有功电源和有功负荷是否平衡,最近一次的数据修改是否 合适。

根据潮流计算结果中提供的迭代误差信息,找出误差较大、迭代过程中出现的次数较多的节点,误差较大时,可通过将这些母线设为 BE 节点(节点类型为 E,并给出控制电压即可),试着使潮流收敛,并可发现不收敛的原因;误差不大时,通过调整附近机组出力或控制电压的微调或 LTC 抽头的调整,一般能够使潮流较容易收敛。

两个区域间使用区域联络线功率控制时,若区域之间的联络线较多,有可能会使潮流收敛困难。

当进行联络线功率控制时,若某个节点处于不该在的区域中,也有可能使潮 流不容易收敛。

如果无功补偿过量,也有可能会使潮流收敛困难,或使程序求得的解不对。 此时应减少无功补偿量,重新调整潮流。

进行复故障稳定计算时,通常需要在潮流数据文件中增加小开关(一条线路上增加两个节点及两条支路),所增加支路的电抗不应太小,一般 $X=0.0001\sim0.00005$ pu(基准功率为100MVA)情况下,潮流程序能够正常收敛,否则收敛困难,甚至不收敛。

(8)等值时

缓冲节点将自动保留。应用区域联络线功率控制时,AGC 机组也将自动保留下来。如要等值掉这些节点,应取消联络线功率控制,并注意调整 AGC 机组出力,保证联络线功率合适。

(9)高压电抗器

可以填在节点卡中的 Qshunt 位置上,单位为 Mvar,如为阻抗值,则需要转换。

也可以填到等值支路 E 卡中,与对地电纳合并,对称故障操作跳线时,将自动跳掉电抗器。

注:稳定计算时,如线路电抗器挂在母线上,对称故障操作跳线时,也可采 用跳线同时联切恒定阻抗负荷。

(10) 电压检查上下限修改功能

2.1.9.1 版及以后的 BPA 潮流程序才具有修改电压检查上下限功能功能。

通过建立或修改 vltlim.dat 文件,用户可以修改该缺省值。 该文件需放在与数据文件同一目录。 该文件结构及格式见表 2,文件采用自由格式。

表 2 修改电压检查上下限的 vltlim.dat 文件结构及格式

电压 等级 范围 1	电压 等级 范围 2	对应 电压 下限	对应 电压 上限	(暂无用)
0.0	6.5,	0.950,	1.052,	0.333
6.6,	6.6,	0.950,	1.065,	0.333
6.6,	49.9,	0.950,	1.052,	0.333
6.6,	49.9,	0.950,	1.052,	0.333
50.0,	50.0,	1.100,	1.200,	0.333
50.0,	59.9,	0.950,	1.052,	0.333
60.0,	60.0,	0.950,	1.100,	0.333
60.0,	62.9,	0.950,	1.052,	0.333
63.0,	63.0,	0.930,	1.080,	0.333
63.0,	99.9,	0.950,	1.052,	0.333
100.0,	100.0,	1.100,	1.200,	0.333
100.0,	100.0,	0.950,	1.070,	0.333
100.0,	114.9,	0.950,	1.052,	0.333
115.0,	115.0,	0.950,	1.070,	0.333
115.0,	131.9,	0.950,	1.052,	0.333
132.0,	161.0,	0.950,	1.090,	0.333
132.0,	199.9,	0.950,	1.052,	0.333
200.0,	200.0,	1.100,	1.200,	0.333
200.0,	229.9,	0.950,	1.052,	0.333
230.0,	230.0,	0.950,	1.070,	0.333
230.0,	499.9,	0.950,	1.052,	0.333
500.0,	500.0,	1.000,	1.100,	0.333
500.1,	1099.9,	0.950,	1.052,	0.333
1100.0,	1100.0,	1.000,	1.100,	0.333
1100.1,	9999.9,	0.950,	1.052,	0.333
0.0,	9999.9,	0.950,	1.052,	0.333

vltlim.dat 文件 内容

3.10 演示

结合数据文件介绍

4 单线图格式潮流图

4.1 单线图格式潮流图主要功能

该软件主要用来绘制电力系统单线图格式潮流图,也可以绘制电力系统短路电流分布图。可画元件包括:

- (1) 母线,
- (2)交流线路,
- (3) 直流线路,
- (4)两卷变压器,
- (5)三卷变压器,
- (6)发电机,
- (7)负荷(包括等值负荷),
- (8) 并联电抗器和电容器。

软件特点:

(1) 基于 Windows 9x/NT/2000 平台

采用标准的 Windows 应用程序界面,操作及使用方便、灵活,图形编辑功能、输入和输出功能齐全。可生成单线图的 AutoCAD 的 DXF 格式文件。可以把绘制的图形拷贝到系统剪贴板,供其它软件(如 Word)粘贴使用。

(2)程序智能化程度较高

选择要画的节点放在屏幕作图区域内适当位置后,程序自动判断该节点的类型(发电机、负荷或等值负荷、是否三卷变中性点等)以及所连接的元件(并联点容器或电抗器、线路、变压器),并自动画出。

(3)单线图格式潮流图存储文件可以共享或套用

不同潮流运行方式下,可以根据已有的单线图格式潮流图存储文件,根据需要,可以对原有拓扑结构进行修改和编辑,可以生成新的运行方式的单线图格式潮流图。

4.2 单线图格式潮流图输入、输出相关文件

*.dat 潮流计算数据文件

*.map 用于潮流图的潮流计算二进制结果文件

*.scc 短路电流计算绘图专用结果文件

*.scr 单线图格式潮流图存储文件

4.3 注意问题

(1)打印

使用 Windows 95 操作系统时,使用"文件"下拉菜单种 Windows 95 打印驱动程序,否则有可能会使打印时输出错乱。

(2)作图时留出适当的空间

未熟练使用该程序之前,最好能够在标注潮流计算结果状态下作图,避免在标双侧潮流时,位置不够,潮流标注比较拥挤。

(3)三卷变中性点

程序根据一个节点是否同时连接三个两卷变压器来判断该节点是否为中性点。如是中性点,则在节点名选择清单中不出现该节点名。

4.4 演示

图 3 为单线图格式潮流图程序应用效果图。

结合数据文件介绍

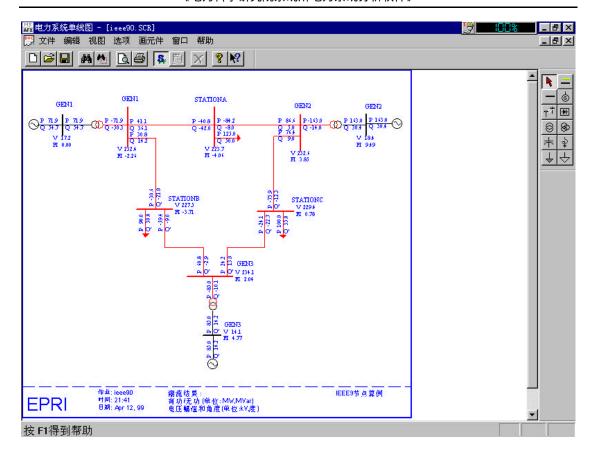


图 3 单线图格式潮流图程序应用效果图

5 地理接线图格式潮流图主要功能

5.1 软件特点

(1) 基于 Windows 9x/NT/2000 平台

采用标准的 Windows 应用程序界面,操作及使用方便、灵活,图形编辑功能、输入和输出功能齐全。绘制的图形可以通过剪贴板粘贴到任何支持 OLE 的 Microsoft Word、Excel 中。软件还可以将图形输出到 Auto CAD 的 DXF 文件和 Windows 的增强图元格式的文件中,任何支持此格式数据的程序都可以使用。

(2) 母线符号采用专用节点符号,画面简洁、明了,可描述的范围较大

母线符号可以用多种节点符号来表示,而且一个母线符号可以包括多个节点(如一个升压或降压变电站不同电压等级节点),可以选用专用的母线符号用来表示具有主要和明显特征的节点,如火电机组、水电机组、核电机组或某个电压等级的节点。这样的母线符号称为"站"符号,

(3) 准自动作图

用户只需设定站中所包含的节点,站之间的连线由软件搜索网络拓扑结构自动生成,将它拖到适当的位置即可。

(4) 地理接线图格式潮流图存储文件不同运行方式可以套用

根据一个运行的图形,当运行方式变化时,程序能根据新的潮流数据中的网络拓扑结构自动修改图形,保证图形和网络拓扑结构的一致性。如果用户有一个运行方式的图形,其它运行方式的潮流图形仅需少量的修改工作甚至无需做任何工作就可以完成,这样大大地减少了用户绘图的工作量。

5.2 地理接线图格式潮流图输入、输出相关文件

*.dat 潮流计算数据文件

*.map 用于潮流图的潮流计算二进制结果文件

*.dxt 地理接线图格式潮流图存储文件

1.2 及以后版本程序仅需要输入潮流计算数据文件名,根据专用控制语句自动取用*.map 文件。

5.3 注意问题

(1) 装入结果文件

如装入结果文件(*.MAP), 若该文件不存在,则自动取用存储在*.DXT文件中的上次 MAP文件对应的潮流结果。

(2)三卷变中性点

程序根据一个节点是否同时连接三个两卷变压器来判断该节点是否为中性点。如是中性点,则在节点名清单中不出现该节点名。

5.4 演示

图 4 为地理接线图格式潮流图程序应用效果图。

结合数据文件介绍

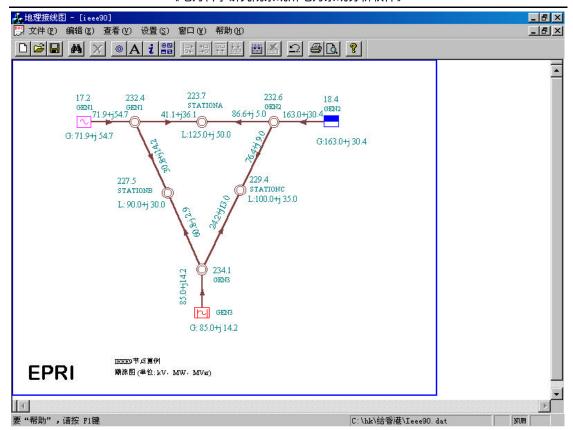


图 4 地理接线图格式潮流图程序应用效果图

6 稳定程序

6.1 程序算法

(1) 网络方程解法

主要采用三角分解法和牛顿法对系统网络以及稳态的发电机、负荷等构成的稳态代数方程进行求解。一般程序缺省采用三角分解迭代法解代数方程。

(2)常微分方程的解法

程序应用隐式梯形积分法对所有描述发电机及其控制系统、异步马达、直流调节控制系统等构成的微分方程进行差分化,再用差分方程与网络方程交替求解。

(3)故障模拟

程序中对于对称或不对称、单重或多重故障采用补偿算法,发生故障后在稳定计算过程中,不修改导纳阵,这样可以提高计算速度,按照叠加原理将网络分为有源网络和无源网络,根据故障口的注入电流和故障口的综合阻抗,修正故障

情况下的节点电压向量,可以作为下一时间步的初值,继续计算。

6.2 程序主要功能

(1)发电机模型

基于简化 Park 方程式 采用 6 绕组的发电机模型模拟同步发电机的动态过渡过程。

(2)励磁系统和调速系统模型

共有 30 种励磁系统模型,有 9 种励磁系统模型是 IEEE 于 1968 年提出的,有 11 种是 IEEE 于 1981 年提出的,另外有 10 种励磁模型是中国电机工程学会励磁工作组提出的,可模拟多种类型的直流型励磁机、交流型励磁机以及静态型励磁机。

有 10 种适用干汽轮机和水轮机的调速器和原动机模型。

(3)直流模型

有详细和简化的两端直流系统模型以及多端直流系统模型,并可考虑多种控制方式和调制方式。

(4)自动控制装置模型

能够模拟频率类型、功率类型及轴滑差类型的 PSS, 也能模拟低周减载等多种自动控制装置。

(5)负荷模型

负荷可用由恒定功率、恒定电流和恒定阻抗以及频率因子等构成代数方程模拟,也可采用包括感应异步马达的综合负荷模型。

(6)故障模拟

可模拟各种对称、不对称的短路、开断等多重故障、发电机失磁、切机、快 关、切负荷、直流故障、串联电容器击穿等多种元件故障。

6.3 输入、输出相关文件

*.bse

潮流计算二进制结果文件。应用 TextEdit 平台进行计算稳定时,注意应用 BSE 按钮先选定*.BSE 文件,若不作选择,则自动利用上次使用的*.BSE 文件。

《电力科学研究院系统所电力系统分析软件》

*.swi	稳定计算数据文件
*.out	稳定计算结果文件
*.cur	供稳定曲线作图程序使用的二进制结果文件
*.sol	计算过程中生成的二进制求解文件。该文件占磁盘空间有可能较大。该文件删除后将不能重新输出
*.opt	计算过程中生成的二进制文件,用于零序、切机等
*.swx	辅助输出文件

用户自定义文件用户在 CASE 卡中定义的二进制稳定数据文件,该文件可以在 CASE 卡中形成和再调入,文件名由用户自己定义

*.ama 中间文件(正常计算结束后将删除)

*.fmi 中间文件(正常计算结束后将删除)

*.vmi 中间文件(正常计算结束后将删除)

swing.dis 储存一个稳定作业计算时屏幕显示的信息。

swcard.def 定义稳定程序卡片格式文件,用户可更改及调整该文件。该文件

安装时放在与稳定程序相同的目录中。 打开 TextEdit 应用程序时

先读入该文件。详见 3.6 节。

6.4 程序常用卡片

(CASE 卡、LS 卡、发电机卡片、FF 卡及输出卡等)

CASE卡

1 2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5	6 7 8	9 0 1	2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9	5 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9	6 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9	7 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 0
CASE	PFCASE	I T S K	N O P R N	I D W Z S S S W C W C	SDATAIN	SDATA OUT	X2FAC	XFAC	TDODPS	TQODPS	TDODPH	TQODPH	CFACL2
A4	A10	I1	I1	11 11 11	A10	A10	F5.5	F5.5	F5.5	F5.5	F5.5	F5.5	F6.5

LS卡

1 3	2 3	1	5 6 7 8 9 0 1 2	3 4 5 6	7 8	9 0 1 2 3 4 5 6	7 8 9 0	1	2 3 4 5	6 7	8 9	4 0 1 2 3 4 5	6 7 8 9 0 1	2 3 4 5 6 7	8 9 0 1 2 3	4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
LS		S I G N	BUS A	В1	S I G N	BUS B	В2	I A H		MDE		CYCLE	FAULT R	FAULTX	PERCNT	
A2		A 1	A8	F4.0	A 1	A8	F4.0	Α		12		F6.0	F6.0	F6.0	F6.0	

发电机M卡

			1			2				3			4		5		6	7	8
	1 2	3 4	5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5	6	78901	2 3 4 5	6	7 8 9	0 1 2	3 4	5 6	7 8 9 0 1	2 3 4 5 6	7 8 9 0	1 2 3	4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6	7 8 9 0 1 2 3 4 5	6 7 8 9 0
:	S U B M T Y P E	H G C O D	NAME	KV	ID	MVA RATING	PF		NO. UNITS THIS CARD	TYPE		OWNER	X d	$\vec{X_q}$	T do	Ť q0			
1	.1		A8	F4.0	A 1	F5.1	F3.2			A2		А3	F5.4	F5.4	F4.2	F3.2			

发电机MF卡

			1			2			3		4		5		6			7		8
1	2	3	4 5 6 7 8 9 0 1	2 3 4 5	6	7 8 9 0 1 2	3 4 5	6 7 8	9 0 1 2	3 4 5 6	7 8 9 0 1	2 3 4 5 6	7 8 9 0 1	2 3 4 5 6	7890	1 2 3	4 5 6 7 8	9 0 1 2 3	4 5 6 7	890
N	U B	0	NAME	KV	ID	E_{MWS}	P(pu)	Q(pu)	MVA BASE	R _A	Xd	X q	X_d	X_{q}	Tdo	T q0	X _L 或X _P	$S_{G1.0}$	$S_{G1,2}$	D
Α	1 A 1	1	A8	F4.0	A 1	F6.0	F3.0	F3.0	F4.0	F4.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F4.2	F3.2	F5.4	F5.4	F4.3	F3.2

FF卡

			1		2		3		4		5	6	7	8
1 2 3	4 5 6	7 8	9 0 1	2 3 4 5 6 7	8 9 0 1	2 3 4 5 6	6 7 8 9 0 1	2 3 4 5	6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7	8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6	7 8 9 0
FF	Т	,	DT	ENDT	DTC	ISTP	TOLI	ILIM	DELANG	D M P D M V L T		F L M F O O D D E E X	L N O I S N N N N N N N N N N N N N N N N N N	N O L S O C A
A2	F3.	1	F3.1	F5.1	F3.1	13	F5.5	13	F4.4	F2.0 F3.3		F2.0 II II	11 11 11 11 11	I1 I1

介绍 Textedit 使用:可以编辑、修改数据,也可以作为计算平台进行稳定计算。稳定数据是基于卡片格式的,该软件也可以给出光标所在位置的变量名称、变量应在的列范围、数据格式等信息。这些信息储存在 SWCARD.DEF 文件,说明:

提示的变量名称等可以修改:

如将提示改为中文提示等。

卡片的顺序可以调整:

如调速器 GH 卡与计算输出部分的发电机主卡 GH, 只能对其中的一个卡片进行提示,缺省为调速器 GH 卡, 如需要对发电机主卡 GH进行提示,需要更改顺序。

应用 DatOpen 按钮可以选择打开的文件缺省打开潮流还是稳定数据文件。

swing.dis - 储存一个稳定作业计算时屏幕显示的信息。

另外由于临时文件的关系,目前同一数据文件目录下只能有一个稳定作业处于运行和计算状态。

编辑数据后,可不用保存数据文件,执行计算后,程序自动保存数据,后开始计算,计算结束后,自动装入计算结果文件*.OUT。

图 5 为数据文件编辑器编辑稳定数据时的效果图。

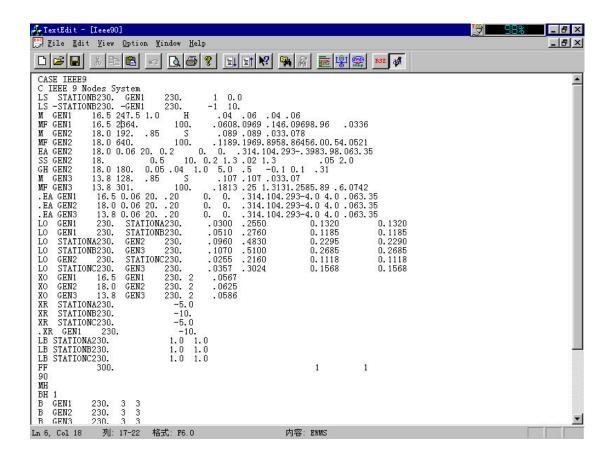


图 5 数据文件编辑器编辑稳定数据时的效果图

6.5 算例

IEEE 9节点例题:

发电机参数、线路零序参数、变压器零序参数、负荷零序参数分别见表 3.1 ~ 表 3.4。

表 3.1 IEEE 9 节点发电机参数

单位:pu 发电 电压基 X_{q} T_{J} X_d X_d $X_{\mathfrak{q}}$ T_{d0} 机名 准(kV) GEN1 16.5 47.28 0.0608 0.0969 0.146 0.0969 8.96 GEN2 18.0 0.1189 0.1969 0.8958 0.8645 12.8 6 GEN₂ 13.8 6.02 0.1813 0.25 1.313 1.258 5.89 发电 电压基 $T^{'}_{\ q0}$ X_q $T^{''}_{d0}$ $T^{'}_{\ q0}$ X_d X_{L} 机名 准(kV) 0.04 GEN1 16.5 0.0336 0.04 0.06 0.0 0.06 GEN2 18.0 0.54 0.0521 0.089 0.089 0.033 0.078 GEN2 13.8 0.6 0.0742 0.107 0.107 0.033 0.07

注:功率基准值为 100MVA

表 3.2 IEEE 9 节点线路零序参数

单位:pu

线路首端节 点名	电压基 准(kV)	线路末端节 点名	电压基 准(kV)	R_0	X_0	$B_0/2$
GEN1	230.0	STATIONA	230.0	0.03	0.255	0.132
GEN1	230.0	STATIONB	230.0	0.051	0.276	0.1185
STATIONA	230.0	GEN2	230.0	0.096	0.483	0.2295
STATIONB	230.0	GEN3	230.0	0.107	0.51	0.2685
GEN2	230.0	STATIONC	230.0	0.0255	0.216	0.1118
STATIONC	230.0	GEN3	230.0	0.0357	0.3024	0.1568

注:功率基准值为 100MVA

表 3.3 IEEE 9 节点变压器零序参数

单位:pu

首端节点名	电压基 准(kV)	末端节点名	电压基 准(kV)	R_0	X_0	接线 方式
GEN1	16.5	GEN1	230.0	0.0	0.0576	$/Y_0$
GEN2	18.0	GEN2	230.0	0.0	0.0625	$/Y_0$
GEN3	13.8	GEN3	230.0	0.0	0.0586	$/Y_0$

注:功率基准值为 100MVA

表 3.4 IEEE 9 节点负荷零序参数

单位:pu

		· :- 1				
节点名	电压基准(kV)	零序电抗 (pu)				
STATIONA	230.0	-5.0				
STATIONB	230.0	-10.0				
STATIONC	230.0	-5.0				
注:由于潮流中并未模拟该降压变,近似模拟降压变零序参数						

负荷特性采用 100% 恒定阻抗负荷模型。

网络结构参见图 2。对应于上述系统及数据的稳定计算数据(IEEE90.SWI) 见例 3。

例 3:

CASE IEEE9

C IEEE 9 Nodes System

LS STATIONB230. GEN1 230. 1 0.0 LS -STATIONB230. -GEN1 230. -1 10.

M GEN1 16.5 247.5 1.0 H .04 .06 .04 .06

MF GEN1 16.5 2364. 100. .0608.0969 .146.09698.96 .0336

M GEN2 18.0 192. .85 S .089 .089 .033.078

MF GEN2 18.0 640. 100. .1189.1969.8958.86456.00.54.0521 EA GEN2 18.0 0.06 20. 0.2 0. 0. .314.104.293-.3983.98.063.35

```
SS GEN2
                      0.5
                             10. 0.2 1.3 .02 1.3
                                                         .05 2.0
           18.
GH GEN2
           18.0 180. 0.05 .04 1.0 5.0 .5 -0.1 0.1 .31
M GEN3
           13.8 128.
                      .85
                             S
                                    .107 .107 .033.07
MF GEN3
           13.8 301.
                           100.
                                   .1813 .25 1.3131.2585.89 .6.0742
.EA GEN1
           16.5 0.06 20. .20
                                 0. 0. .314.104.293-4.0 4.0 .063.35
.EA GEN2
                                 0. 0. .314.104.293-4.0 4.0 .063.35
           18.0 0.06 20. .20
.EA GEN3
           13.8 0.06 20. .20
                                 0. 0.
                                         .314.104.293-4.0 4.0 .063.35
                                  .0300 .2550
LO GEN1
            230. STATIONA230.
                                                       0.1320
                                                                     0.1320
LO GEN1
            230. STATIONB230.
                                  .0510 .2760
                                                       0.1185
                                                                     0.1185
LO STATIONA230. GEN2
                         230.
                                   .0960 .4830
                                                       0.2295
                                                                     0.2295
LO STATIONB230. GEN3
                         230.
                                   .1070
                                        .5100
                                                       0.2685
                                                                     0.2685
LO GEN2
            230. STATIONC230.
                                   .0255
                                         .2160
                                                       0.1118
                                                                     0.1118
LO STATIONC230. GEN3
                                   .0357
                         230.
                                         .3024
                                                       0.1568
                                                                     0.1568
XO GEN1
            16.5 GEN1
                         230. 2
                                   .0576
XO GEN2
            18.0 GEN2
                         230. 2
                                   .0625
XO GEN3
            13.8 GEN3
                         230. 2
                                   .0586
XR STATIONA230.
                           -5.0
XR STATIONB230.
                           -10.
XR STATIONC230.
                           -5.0
.XR GEN1
            230.
                            -10.
LB STATIONA230.
                          1.0 1.0
LB STATIONB230.
                          1.0 1.0
LB STATIONC230.
                          1.0 1.0
FF
                                                        1
                                                                  1
            300.
90
MH
BH 1
B GEN1
          230. 3 3
B GEN2
          230.
                3 3
B GEN3
           230.
                3 3
B STATIONA230.
                3 3
B STATIONB230. 3
                   3
B STATIONC230.
                3
GH 1 GEN1
             16.5
G GEN1
           16.5
                  3 3
G GEN2
                  3 3
          18.0
G GEN3
           13.8
                  3 3
99
```

6.6 计算结果介绍(OUT 文件)

稳定计算结果主要分下述内容:

1)稳定计算数据列表 缺省列出 CASE、LS、FF 卡

2)输入数据初始化检查

输入数据有错误时,给出错误信息。

3) 计算过程信息

有切机、切负荷操作或低压、低周装置动作时,给出动作等信息。

- 4)输出卡片整理
- 5) 计算过程统计信息

统计故障操作后的计算过程中 20 个母线电压最低的节点,给出列表。统计故障操作后的计算过程中 20 个母线电压最高的节点,给出列表。统计故障操作后的计算过程中 20 个母线频率最低的节点,给出列表。

6) 计算结果输出:

线路输出。对线路输出的变量进行最大和最小值统计。

发电机输出。发电机输出主卡(GH)第4列为1,则统计计算过程中系统的最大摇摆角,并可对功角进行集中输出(几台机组集中在一起,按照时间顺序输出)。

母线输出。对母线输出的变量进行最大和最小值统计。母线输出主卡(BH)第4列为1,则可对母线电压进行集中输出(几个母线集中在一起,按照时间顺序输出)。

直流输出。对母线输出的变量进行最大和最小值统计。

7)错误信息统计。

6.7 程序应用注意问题

(1) 卡片注释

第一列如为 ".",则该行为 "注释"行,该行内容不参加计算和输出,可用于数据修改的注释或备份。注意计算工况注释卡与卡片注释的区别。

(2) 卡片顺序

稳定计算数据卡片应按一定的顺序排列,否则程序将给出信息并中止计算,

常用卡片的排列顺序如下:

CASE 卡

计算工况注释卡

LS 故障操作卡

发电机卡(包括发电机调节系统及异步马达,如有)

零序卡

直流卡

负荷特性卡

FF 计算控制卡

输出卡

数据文件

*.SWI

上述几大类卡片顺序是固定的,应遵循。同类卡片内部可以任意放置,如发电机卡片类,可以按区域、按节点、按卡片类型等放置均可,零序卡片类也是如此,LO、XO、XR及LM等卡片可以集中也可以交叉放置卡片。

(3)零序参数变比设置及检查开关

CASE 卡第 24 列之数值 3,则零序变压器变比与正序变比相同。若 > 3,则零序变压器变比为 1。同时:

CASE 卡第 24 列 , = 0 或 4 , (缺省值)对零序卡的节点及支路名正确与否进行 检查

- =1或5,检查节点名及支路名是否重复
- =2或6,老版本格式,不进行检查
- =3或7,重复的卡片超过三个时进行检查

(4) 生成二进制作图文件

稳定程序的流程是这样的,计算过程中显示稳定摇摆曲线,缺省显示任意时刻的系统具有最大和最小绝对角度的机组间角度曲线、系统最低电压曲线及系统最低频率曲线,然后根据稳定数据文件输出卡片中用户填写输出内容(何变量,即节点名、发电机名、线路名等,变量的输出选择应为2或3,才能浏览曲线),计算正常结束后,生成供稳定曲线工具(Curve Maker)使用的二进制文件*.CUR,然后通过稳定曲线作图程序可以编辑、输出打印稳定曲线。

新版本稳定程序在计算输出的过程中,即可浏览稳定曲线,曲线画面出现后按任一键继续,此时若中断程序的执行,程序将不能生成二进制作图文件(*.CUR)。

若 MH 卡 78 列为非零数,则输出时不浏览稳定曲线。

应当注意的是,在输出时,输出部分卡片可能具有限幅作用,如发电机功角 缺省限制在±200 度,发电机频差缺省限制在±0.8Hz,这样在一定的条件下, 应用稳定曲线作图软件时,作出的曲线不理想,必要时处理的方法目前是在输出 卡片中加大上下限。

(5) 计算结束信息框

稳定计算结束后,程序将给出下述信息框:



需要用户选择"是",结束运算。否则,选择关闭稳定计算窗口。

(6)稳定程序新负荷模型

综合动态负荷模型

LA:
$$P = P_0 \quad (P_1 \ V^2 + P_2 \ V + P_3 + P_4 \ (1 + \quad f \cdot L_{dp}) + P_5 \ V^{Np})$$

$$Q = Q_0 \quad (Q_1 \ V^2 + Q_2 \ V + Q_3 + Q_4 \ (1 + \quad f \cdot L_{dq}) + Q_5 \ V^{Nq})$$
LB: $P = P_0 \quad (P_1 \ V^2 + P_2 \ V + P_3 + P_5 \ V^{Np}) \ (1 + \quad f \cdot L_{dp})$

$$Q = Q_0 \quad (Q_1 \ V^2 + Q_2 \ V + Q_3 + Q_5 \ V^{Nq}) \ (1 + \quad f \cdot L_{dq})$$
其中: $LA \ 2 : P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 1$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 1$$
LB $\ 2 : P_1 + P_2 + P_3 + P_5 = 1$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 = 1$$
Np、 Nq 为任意常数;
$$V = U \ / U_0 ;$$
f 为标么值。

卡片格式:

需要两张卡来填写参数,即LA或LB卡及其继续卡L+卡。

LA 和 LB 卡见《BPA 暂态稳定程序用户手册(中国版 2.0)》第 133 页或 2.1 版用户手册。

L+卡紧接干 LA 或 LB 卡之后。

L+卡的格式与 LA、LB 卡类似 , P_1 、 Q_1 的位置填 P_5 、 Q_5 ; P_2 、 Q_2 的位置填 Np、 Nq。

例:

LB	N16	230.	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	-2.
I +	N16	230.	0.6	0.6	2.5	2.5				

(7) 缺省小数点

与潮流卡片相类似,应注意缺省小数点的应用,如切机卡:

稳定手册中在切机时(LS卡,MDE=4)需要在第76列填9即可切全部发电机出力,这一用法指的是VAX机版程序中的用法,在微机版程序中则应在76-80列填90000才能将发电机全切,即PG 90000时,才能实现切机操作,否则计算结果有误。

(8) 三永故障操作卡

在稳定手册 13 页中,若 MDE 为负值则表示故障消失。若在线路的中间发生故障(MDE=3),则 PERCNT=50,而不是 0.5。

故障:三永故障、0.1 秒跳故障线路,同时联跳另一回线

卡片正确填法:

LS	Α	525.	В	525.	1	0.0
LS	- A	525.	- B	525.	- 1	5.0
LS	- C	525.	- D	525.	- 1	5.0
卡片	错误填注	去:				
LS	A	525.	В	525.	1	0.0
LS	- C	525.	- D	525.	- 1	5.0
LS	- A	525.	- B	525.	- 1	5.0

(9) 不对称故障

进行不对称故障操作时,一般需要增加小开关节点:

因为复故障算法是采用补偿方法,跳线时有可能导纳跳不掉,计算结果将有误差。

对称与不对称故障混用:

当不对称故障没有全部消失时,不能使用 MDE=1,2,3 对称故障操作跳线。 只有当不对称故障全部消失时,才能使用 MDE=1,2,3 对称故障操作跳线。

(10) 小开关线路阻抗

进行复故障操作时,有时要增加小开关节点,若线路阻抗过小,如 0.00001pu (基准功率 100MVA),稳定计算将收敛困难,出现下述信息:

UNSUCC. INIT. BALANCE--RUN TERMINATED

(11) 节点名、支路及故障卡片操作均正确,出现该支路在潮流结果中找不到 该支路信息

这是因为程序采用快速搜索方法寻找节点名,当支路两端节点名的 ASCII 码值比较接近,搜索时节点名被漏掉。出现这种问题后,改变节点名是有效的办法。

(12) 计算长过程的输出

由于程序规模的限制,进行长过程稳定计算时,根据系统的规模、输出量的多少以及计算时间的长短,可选则合适的计算步长、写求解文件(*.SOL)的步长以及输出步长,分别对应 FF 、CASE 及 MH 卡,才能保证程序的正常输出。

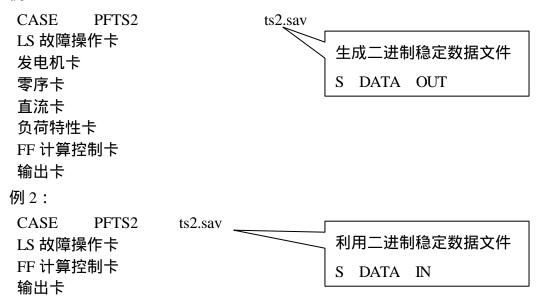
(13) 发电机组基准容量

在 MF 和 M 卡中均有发电机组基准容量 ,只有 MF 卡中的为程序默认的发电机基准容量 , M 卡中的发电机基准容量不参加计算。

(14) 利用 CASE 卡中的二进制稳定数据文件

在 CASE 卡中 S DATA OUT 位置填一文件名,计算一次稳定,则程序可以将发电机及调节系统卡、零序卡、直流卡、负荷特性卡等写入这个二进制稳定数据文件,进行新的稳定计算时,在 CASE 卡中 S DATA IN 位置填这个文件名,同时将发电机及调节系统卡、零序卡、直流卡、负荷特性卡等从数据文件中删除,仅保留 CASE、LS、FF 及输出卡就可以了。优点是以后的稳定作业文件比较简洁,最大的优点是如果数据有变动,仅需要修改一个稳定文件并计算一个稳定作业,生成与修改的数据对应的新的二进制稳定数据文件(S DATA OUT),其它作业可以不用再修改数据,只需利用该二进制稳定数据文件(S DATA IN)中心进行计算就可以了,可提高效率。

例1:



6.8 其它

F0 卡 - 稳定计算过程摇摆曲线控制卡

说明:			
1-2	F0	A2	卡片类型
5	IG	I 1	稳定曲线显示选择
			IG=0 显示计算过程中的变化曲线(省缺值);IG=1 不显
			示曲线
8	IA	I1	发电机最大相对角显示选择
			IA=0 显示最大相对角(省缺值);IA=1 不显示最大相对
			角
10-17	GEN-1	A8	显示指定的两台发电机相对角时,发电机名 1
18-21	kV	F4.0	基准电压 1
22	ID	A1	电机识别码
24-31	GEN-2	A8	显示指定的两台发电机相对角时,发电机名 2
32-35	kV	F4.0	基准电压 2
36	ID	A1	电机识别码
38-42	AMAX	F5.0	相对角 Y 轴坐标的最大值(省缺值= 200)
43-47	AMIN	F5.0	相对角 Y 轴坐标的最小值(省缺值=-200)
50	IV	I1	母线电压显示选择
			IV=0 显示最低电压变化曲线(省缺值);IV=1 显示最高
			电压变化曲线;
			IV=2 同时显示最高最低电压变化曲线; IV=3 不显示
			最高最低电压变化曲线
52-59	BUS	A8	指定显示电压变化曲线的母线名
60-63	kV	F4.0	基准电压
66	IF	I1	母线频率显示选择
			IF=0 显示最低频率变化曲线(省缺值); IF=1 显示最高
			频率变化曲线
			IF=2 同时显示最高最低频率变化曲线 ;IF=3 不显示最
			高最低频率变化曲线
68-75	BUS	A8	指定显示频率变化曲线的母线名
76-80	kV	F4.0	基准电压

6.9 演示

结合数据文件介绍

* 此卡应置于 FF 卡之前

7 稳定曲线作图工具

7.1 软件特点

(1) 基于 Windows 9x/NT/2000 平台

采用标准的 Windows 应用程序界面,操作及使用方便、灵活,图形编辑功能、输入和输出功能齐全。绘制的图形可以通过剪贴板粘贴到任何支持 OLE 的 Microsoft Word、Excel 中。软件还可以将图形输出到 Windows 的增强图元格式的文件中,任何支持此格式数据的程序都可以使用。

(2) 稳定曲线可以自由组合及编辑

不同类别的变量可以画在同一个曲线上,如发电机功角及母线电压可以画在一起。X 轴及 Y 轴刻度可以手动调整、修改。注释语句也可以修改,根据软件的特点,若一个稳定作业曲线较多,建议在*.SWI 文件中故障操作卡之前写入注释语句,应用 CurveMaker 时,各曲线画面将共用此注释语句。

(3) 曲线作图工具软件的文件格式可以共享

输出多个稳定作业的稳定曲线时,若输出的内容类似(输出的曲线画面的数相同,每一曲线画面的变量相同,X 轴及 Y 轴刻度相同,),将其中的一个编辑好的变量刻度、曲线颜色、注释等格式可以保存起来,生成*.SWC 文件,输出其它的稳定作业对应的曲线时,先打开*.SWC,再选择*.CUR,就可以输出稳定曲线。

7.2 输入、输出相关文件

*.cur 稳定计算二进制曲线输出结果文件

*.swc 稳定曲线格式存储文件

7.3 演示

图 6 为稳定曲线作图程序应用效果图。 结合数据文件介绍

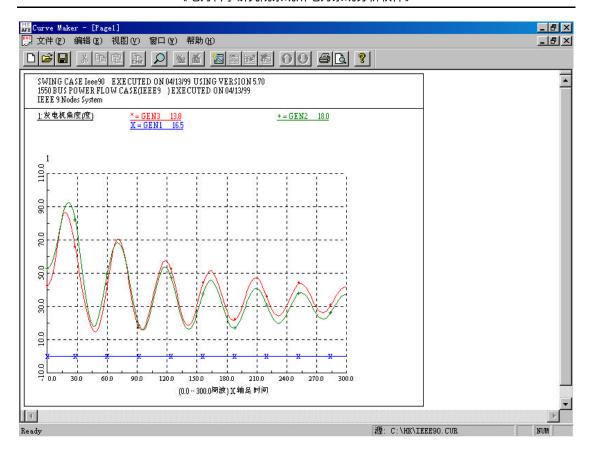


图 6 稳定曲线作图程序应用效果图

8 程序安装及软件加密

8.1 程序安装

从 1998 年 12 月开始,所有软件将存储在光盘提供给用户。光盘插入光驱后,即可进行安装。步骤如下:

- (1) 自动读入安装程序或者执行 setup.exe;
- (2)出现"安装电力系统分析软件包"对话框,按"next"继续;
- (3) 出现"Welcome"对话框,按"next"继续;
- (4) 出现"User Information" 对话框,按"next"继续;
- (5) 出现 "Choose Destination Location" 对话框,需要选定程序安装的目录, 缺省目录为 C:\PSAP32,按"Browse"可更改目录,按"next"继续;
- (6) 出现"Select Program Folder"对话框,确定文件夹名,缺省文件夹名为 PSAP1.2 for WIN32,按"next"继续;

(7)开始复制程序;

(8)出现安装结束对话框,按"Finish"正常结束。

8.2 软件狗驱动程序

(1) Windows 9x 操作系统

软件狗驱动程序不需要用户干预,安装程序时自动将驱动程序安装到 Windows 9x 操作系统下的 system 目录中,软件检查到软件狗后就能够正常运行。

(2) Windows NT 或 2000 操作系统

使用 NT 或 2000 操作系统时,《电力系统分析软件》安装完毕后,需要运行软件狗驱动程序,方法:

进入软件狗驱动程序所在目录,缺省为:c:\psap32\nt35.drv

Windows NT:在DOS窗口下运行Install c:\psap32\nt35.drv < Enter>

Windows 2000: 运行 Install

注意:应具有系统操作员权限。

8.3 软件狗注意事项

尽量避免带电拔插软件狗,以免烧坏软件狗或打印卡。另外静电也有可能损坏软件狗。

9 操作系统设置

9.1 屏幕显示设置

中国版 BPA 程序安装结束后,运行时可能因屏幕设置不当而出现显示问题:程序运行时,应出现模拟 DOS 窗口,显示计算过程的信息,对个别计算机可能在窗口中无任何信息显示,即所谓的"黑屏"。

解决办法:

打开屏幕显示设置,改变颜色位数。例如:由 32 位改为 24 位,或改为 16 位等。

9.2 文件扩展名显示设置

在使用 Windows 资源管理器、电力系统分析软件数据文件编辑器界面 (TextEdit)时,为使具有相同文件名而扩展名不同的文件间容易区别,需要对 文件扩展名显示进行设置,能够较方便地使用《电力系统分析软件》。具体过程 如下:

- (1) 打开 Windows 资源管理器。
- (2)点击"查看"菜单,下拉"文件夹选项",出现文件夹选项对话框。
- (3)选择"文件类型"菜单,根据文件扩展名的类型说明选择"已注册的文件类型"。
- (4)点击"编辑",出现"编辑文件类型"对话框,选中"始终打开文件扩展名",同时可选择更改"类型说明"的内容(在 Windows 资源管理器容易区别)。
- (5) 若再选择"编辑",可以选择扩展名对应的应用程序,如 TextEdit,当在 Windows 资源管理器中双击该文件名时,自动应用该应用程序打开该文件。
- (6)选择"确定"后,Windows资源管理器自动更新文件扩展名显示。重新打开 TextEdit 后,就能够显示文件扩展名,便于区别具有相同文件名而扩展名不同的文件,如*.dat与*.pfo、*.swi与*.out等。

10 联系地址

单位:中国电力科学研究院系统所(北京能盛电力系统技术有限公司)

地址:北京清河小营东路 15号

邮政编码:100085

联系人: 卜广全、李柏青

电话: 010-62913201 转 2341/2340 传真: 010-62918841、62913126

网页: <u>www.epri.ac.cn</u>, <u>www.epri.com.cn</u> 电子邮件: bugq@epri.ac.cn, libq@epri.ac.cn