电力系统基础

实验指导书

目　　录

第一章 仿真软件的初步认识.....3

第二章 电力系统潮流分析入门.....12

第三章 5 母线电力系统分析.....22

第四章 三区域电力系统传输线无过载运行.....23

第五章 Fault Analysis.....24

第一章　仿真软件的初步认识

一、实验目的

掌握电力系统的结构组成，了解电力系统的主要参数，熟悉 PowerWorld 电力系统仿真软件（简称 PWS）的基本操作，在此基础上用 PWS 建立一个简单的电力系统模型。

二、实验内容

PWS 是一个电力系统仿真软件包，其构筑在对用户良好交互性的基础上。它的核心是一个功能强大的潮流计算软件，可以有效求解多达 32500 个节点的系统。这使得 PowerWorld simulator 作为一个独立的潮流分析软件包十分有用。与其他同类商业应用软件不同，PWS 允许用户通过可缩放的彩色动画单线图来仿真一个系统。在 PWS 中，输电线路的通断、变压器或发电机的增加、以及联络线功率的交换，一切仅需点击鼠标即可完成。此外，图形和动画演示的广泛使用增加了用户对系统特性、存在问题和限制条件的理解以及如何修改。

PWS 提供了极为方便的仿真电力系统时间特性的工具。同样，它可以图形化地显示负荷、发电量和联络功率随时间的变化，以及因此产生的系统运行条件的变化。这项功能在解决电网扩建引起网络结构变化之类问题十分有用。

除了上述特点，PWS 以其一体化的经济调度、联络功率交易经济性分析、功率传输分配因子（PTDF）计算和突发事故的强大分析能力而骄傲，所有这一切都可以通过一个易用的界面来实现。

（一）PowerWorld 电力系统仿真软件的基本操作

在进行电力系统分析时，为了表示实际三相电力系统，常用单线图来表示实际的三相输电线路。采用单线图的目的是为了图形化地显示电力系统。本实验要求同学们通过上机实际操作，学会单线图的快捷菜单、文件菜单、编辑菜单、插入菜单、格式菜单、窗口菜单、仿真控制等菜单的使用。

使用 PowerWorld simulator 的关键在于它的两种不同的模式：编辑模式和运行模式。操作过程中大家要注意当前工作模式，模式选择不正确，会不能正确进行相应的操作。

编辑模式用于创建新的仿真模型（simulation case)和单线图或者修改已存在的仿真模型（simulation case)和单线图。通过点击程序栏的“编辑模式”（EDIT MODE）按钮可切换到本模式。

运行模式可求解单步潮流计算问题以及运行电力系统的时域仿真。在程序栏上点击“运行模式”（RUN MODE）按钮进入该模式。

快捷菜单提供了在单线图界面中直接获得若干选项和工具的方法。将鼠标置于单线图的空白处，单击鼠标右键，即会出现一个快捷菜单。快捷菜单是执行命令的最方便的方式，其内容取决于当前工作模式是编辑模式还是运行模式。

文件菜单主要用于打开、保存、打印完整的仿真模型（simulation case)或者单线图，也用于创建新仿真模型（simulation case)、模型查错或者退出仿真器。

格式菜单用于编辑模式下定制单线图的外观。包括：更改字体、设备图元的显示特性，如线条粗细、图形填充颜色、所绘设备的放大比例及其层次等方面。

缩放就是通过改变视图的放大倍率来调整单线图的显示区域。放大会使屏幕上显示的单线图较放大前的单线图的内容少。缩小则使屏幕上显示的内容相应多一些。

可按照下述说明，操作键盘缩放单线图：

*使用 Ctrl-↑　　放大

*使用 Ctrl-page up　　快速放大

*使用 Ctrl-↓　　缩小

*使用 Ctrl-page down　　快速缩小

缩放工具栏（Zoom Palette）提供一些附加选项：

*使用工具栏中 Zoom Palette 的 Zoom in on Area 按钮，选择想要放缩的部分。

*使用工具栏中 Zoom Palette 的 Show Full One-line 按钮，以在屏幕中显示出完整的单线图。

*使用工具栏中 Zoom Palette 的 Pan/Zoom Control 按钮，显示 Zoom、Pan and find 对话框。

单击 Power World Toolbar 中 Zoom/Pan Palette 上的“+”按钮，则单线图放大；而按“－”时，则缩小。

移位就是通过移动屏幕中心的位置来移动单线图。你将屏幕的中心位置上、下、左、右移动，就可以看到一幅单线图的不同部分。

使用键盘时，要按照如下用法：

*使用方向箭头，按希望的方向移动

*使用 page up 快速向上移动

*使用 page down 快速向下移动

*使用 Home 键快速向左移动

*使用 End 键快速向右移动

你也可以使用缩放工具栏（Pan/Zoom Palette）移动单线图。单击方向箭头，把中心位置移到你想要的位置即可。另外你可以使用 Pan/Zoom 对话框将单线图移到特定的位置，甚至是某个节点的位置。要想得到 Pan/Zoom 对话框，可以从

工具栏中 Zoom Palette 上选择 Pan/Zoom Control 按钮，或者从单线图快捷菜单中选择 Find Object/Pan/Zoom。

窗口菜单包括影响屏幕窗口外观显示的几个命令，并列出了仿真器目前打开的子窗口。

窗口菜单栏包括以下命令：

平铺排列 Tile

选择该项，将重新排列已打开的单线图文件，使整个窗口被它们平分，并且每一个都可以完整地显示。

分级排列 Cascade

选择该项，重新排列已打开的窗口，把它们重叠排列，可以看到每一个标题栏。

刷新显示 Refresh Displays

刷新已打开的每一个窗口。仿真器在必要时通常会自动刷新已打开的窗口。但是，该选项允许你在需要的时候启动它。

显示全部 Show Full

在当前激活的单线图上改变放缩倍数和中心的位置，使单线图包含的所有设备都可以在屏幕中显示出来。然后，你可以使用缩放栏中的 Zoom in on Area 按钮，或 Ctrl-↓去放缩你感兴趣的部分。

工具栏 Toolbars

为用户提供控制工具栏选项可视与否的选项。这个子菜单列表示出了所有可得到的工具栏的名称。那些当前显示出来的都有标记和标注。单击 Toolbars 上各选项名称，即可显示或隐藏它。

（二）用仿真器建立一个简单的电力系统模型

以下简述怎样应用仿真器建立一个简单的电力系统模型。首先从开始－程序－PowerWorld－PowerWorld Simulator 或者双击 Simulator 的图标，启动 Simulator 系统。在主菜单上依次点击 File→New Case，屏幕背景将变成黄色，新单线图缺省背景色为黄色。黄色背景表示你将要创建单线图的空页。

画一条母线

1．在主菜单上点击 Insert→Bus 或插入工具栏上点击母线图元按钮。

2．在想放置新母线的地方单击左键，打开 Bus Option 对话框。

3．在 Bus Option 对话框中设定母线名称（母线号和母线名）、母线外观（显示大小、放置方向和线条粗细）、母线所在的地区（地区号和地区名）、母线所在

的区域（区域号和区域名）、母线额定电压（标幺值、有名值和相角）以及是否为系统松弛节点（平衡节点）等，并且设定与之相连的负荷及对地电容补偿。

4．按 Ok 键完成母线的设定，并且关闭母线选择对话框，这时母线已经出现在设定的位置上。

例如：要画一条母线到新的仿真模型（simulation case)。先在主菜单上点击 Insert→Bus，然后点击屏幕中部任意一处，打开 Bus Option 对话框，你可以在此输入关于母线的资料。在 Bus Number 一栏中自动显示“1”，Simulator 中每一个母线都有一个唯一的编号，为了方便起见，我们使用缺省值。在 Bus Name 一栏中，可以填入一个不超过 8 个字符的名称，例如填入 ONE。然后选中位于对话框下部的 System Slack Bus 复选框，将此条母线设定为系统的松弛节点(平衡节点)。对于其余栏目我们可以不进行设定，而保持它们的缺省值。按对话框下部点击 Ok 键就把母线画上了。现在可以看到屏幕中部已经出现了一个水平母线。

画一台发电机

1．在主菜单上点击 Insert→Generator 或在插入工具栏上点击发电机按钮。

2. 在需要安装发电机的母线上单击一下左键，打开 Generator Option 对话框。

3．在对话框中设定发电机的名称（发电机号、发电机名、ID 号、控制节点号）、外观（显示大小、放置方向和线条粗细）、输出功率控制和电压控制（有功功率、有功功率极限、无功功率极限、电压设定值和计费方式。

4．点击 Generator Option 对话框的 Ok 键，完成创建发电机并关闭对话框。这时单线图上已经出现了一台发电机，正是连在第 2 步所选的母线上。

按以上操作步骤在松弛节点上，也就是母线 1 上安装了一台发电机，当 Generator Option 对话框打开时，不需要进行设定，使用缺省值即可。

仿真模型（simulation case)存盘

在主菜单上选择 File→Save Case。在存储文件之前，仿真器先要对文件进行检测，以确定其是否有错误。检测结果显示在 Message Log 窗口中，通常显示在屏幕的右下角。如果 Message Log 窗口没有出现，只要单击程序栏上的 Log 键即可显现。因为我们还没有给仿真模型（simulation case)命名，所以会出现一个 Save as 对话框，输入文件名，按 Ok 键，在无其他设定的情况下，缺省的仿真模型（simulation case)将以 PowerWorld Binary 形式进行存储（*.pwb）。

画一条带负荷的母线

再画一条母线，在主菜单上选取 Insert→Bus 或在插入工具栏中点击母线的按钮，然后在单线图中母线 1 的右侧单击左键打开 Bus Option 对话框，在 Bus Number 一栏中就使用缺省值 2，Bus Name 填入 TWO。我们还要在母线上加上一个 200MW，100MVR 的负荷，点击 Attached Devices 标签，其中有一个 Load Summary Information 编辑框，在 Base MW 和 Base MVR 栏目中分别填入 200 和 100，然后按 Ok 键就把母线画上了。

添加负荷

此时，尽管母线 2 上并没有出现负荷，但负荷实际上已经在电力系统模型中。（要想证实这一点，可以右击母线 2 在弹出式菜单中选择 Bus Information Dialog，然后再检查 Load Summary Information 栏目）。要想在单线图上画一个负荷，选择主菜单上的 Insert→Lord 或直接在屏幕下方的插入工具栏上点击负荷图元的按钮，在母线上单击左键，打开 Load Option 对话框，通过此对话框可以看出负荷是 200MW，100MVR。此外，Simulator 还允许用户建立随电压变化的负荷模型。

Orientation 栏决定了所画负荷元件的方向，选择 Up，负荷指向上。然后，选定 Anchored，把负荷固定在母线上，这样母线移动时，负荷也会随着移动。点击 Ok 键，负荷就画上了。每个负荷都自动带一个断路器。

如果要移动母线 2，先把鼠标移到母线上（不是负荷上），按住左键，移动鼠标（这就是拖动）。负荷也会移动，因为它已经被固定了。要想改变负荷在母线上的位置，只要用左键按住负荷，就可以把它拖到其他位置。

画一条输电线

1．在主菜单上选择 Insert→Transmission Line 或在插入工具栏上点击输电线图元的按钮。

2．在输电线的起始点上单击左键，这个点通常在一个线路的始端母线上。

3．放开鼠标键，移动鼠标，将看到一条线段，一端在起始点，另一端随鼠标移动。输电线和变压器由一串连续的线段组成。如果结束此线段，只要点击鼠标左键。如果开始画下一条线段，只要再移动鼠标即可。每次点击左键都会确定一条线段，同时确定一个顶点，可以移动或删除这些顶点来改变输电线。

4．确定输电线的最后段，在结束处双击鼠标左键，这个点通常在另一个母线上。此时出现一个 Transmission Line/Transformer 对话框。

5．在对话框中设定输电线的参数，按 Ok 键就出现一条输电线。

现在我们在母线 1 和母线 2 之间画上一条输电线。在主菜单上选择 Insert→Transmission Line，然后在母线 1 上适当位置上单击左键，画出输电线的一个点。把鼠标向上移一小段距离单击左键，然后把鼠标平移到母线 2 的上方单击左键，再把鼠标移到母线 2 的适当位置上，双击左键立即会出现 Transmission Line/Transformer 对话框。在 From Bus Number 一栏中已经自动填入 1，To Bus Number 中已经自动填入 2。在 Resistance(R)，Reactance(X)和 Changing(R or C)栏目中填入线路参数的标幺值，这三个栏目分别填入 0.02，0.08，0.1。在 LimitA（MVA）一栏中填入线路的额定视在功率，填入 400。最后点击 Ok 键，输电线就画完成了。右击输电线路上的饼图，在弹出对话框的 MVA Rating 项也可以改变线路的额定视在功率。

放置断路器

现在放置断路器（如果线路两端本来就带有断路器，那么断路器已经画在图上了，选择 Options→Default Drawing Values，可以在 Default Drawing Option 对话框中对此进行设定），断路器用来控制线路的状态。点击 Insert→Circuit Breaker 然后在输电线靠近母线 1 一端单击鼠标左键，会出现一个 Circuit Breaker Options 对话框，From Bus 和 To Bus 已经分别填入 1 和 2，如果是 0 的话可以自己重新输入。在 Size 栏中填入 1（可以写入，也可以使用旁边的上下箭头进行设置）。击一下 Ok 键，断路器就设置好了。

写上标题和母线、线路注释

让我们在单线图上填写一些注释，这样可以更清楚地了解网络的运行情况。首先我们给单线图加一个标题，在主菜单上选取 Insert→Text，打开 Text Objects 对话框，写入“First Case”，点击 Ok 键。为了让标题看起来漂亮一些，可以作一些设置，选择 Format→Font，打开相应的对话框，将字号设置为 26，字的颜色设为蓝色。要想改变标题的背景色，点击 Format→Line/Fill，打开 Edit Multiple Objects 对话框，选中 Use Background Fill 一栏，给标题设置白色背景，然后按 Ok 键。如果你对标题的位置不满意，可以用鼠标进行拖动。

下面我们将要在图上标出母线有关参数的注释，步骤如下：

1．右击母线，打开母线上的弹出式菜单。

2．在弹出式菜单上选择 Add New Fields around Bus，打开 Insert New Fields around Selected Objects 对话框。

3．使用此对话框可以设置你想要加入的注释，每个母线可以加入 8 个注释。

4．点击 Ok 键，单线图上母线周围将出现所设置的注释。

下面举一个例子，我们将在母线 1 上写上名称、母线电压、实际发出有功、实际发出无功，在母线 2 写上名称、母线电压、有功负荷、无功负荷。分以下四步完成：首先，右击母线 1，选择 Add New Fields around Bus，打开 Bus Fields 对话框。因为母线 1 水平放置，所以采用屏幕右上方图的标注形式。在母线 1 的位置 1 设定 Name，位置 5 设定 Voltage，然后点击 Ok，也可以按键盘上的回车键。这样，在母线 1 的所设置位置上就会出现母线的名称和电压。对于母线 2 也采用相同的步骤。有必要的话，我们也可以用鼠标来拖动已设置好的数值。下面在与母线 1 相连的发电机周围填写实际发出有功功率和无功功率的注释。右击发电机，选择 Add New Fields Around Generator 选项，打开 Generator Fields 对话框，由于发电机是向下的，因此使用屏幕上最靠右上的那个图。在位置 1 设定 Actual MW，在位置 2 设定 Actual MVR。最后我们在与母线 2 相连的负荷周围填写有功负荷和无功负荷的注释。右击负荷，点击 Add New Fields Around Load，打开 Load Fields 对话框，由于负荷是向上的，因此适用于左边第二个图，用下拉式对话框在位置 5 中设置 MW，在位置 6 中设置 Mvar。

下面我们要在输电线上填加注释，用来显示潮流情况。在母线 1 和母线 2 之间的输电线上右击一下，选择 Add New Fields Around Line，打开 Line/XFMR Fields 对话框，在位置 3 上设定 MW Flow，在位置 4 上设定 Mvar Flow，在位置 9 设定 MW Flow，在位置 10 设定 Mvar Flow，点击 Ok 键，设置完成。在单线图中可以用鼠标拖动这些数值到更合适的位置。

对仿真模型（simulation case)进行求解

在程序工具栏上点击 Run Mode 进入运行模式。注意，如果网络中含有错误，进入运行模式前必需根据 Massage Log 的提示把错误改正，否则程序不能正常演示和存盘。要进行仿真运行，只需要点击 Simulation Control→Start/Restart。如果只想演示一下单步运行的潮流状态，在程序栏上点击 Single Solution。

加入一个新的地区

要想创建一个新的控制地区，按 Edit Mode 按钮回到编辑模式，然后在母线 1 和 2 的下方再添加一条母线，母线编号设为 3，母线名称设为 THREE，在 Base MW 一栏中填入 200，Base Mvar 一栏填入 100。重要的一点，在 Area Number 一栏中填入 2，Area Name 一栏填入 TWO。填入一个本来不存在的地区编号就会创造一个新的地区。然后在母线 1、3 之间和母线 2、3 之间加入输电线对于每条线路，Resistance 一栏填入 0.02，Reactance 一栏填入 0.08，Capacitance 一栏填入 0.1，MVA Rating 一栏填入 400。

为了证实现在网络中有两个地区，点击 Case Information→Summary，在 Case Information for Current Case 当前仿真模型（simulation case)信息显示对话框里你能以非图象方式了解整个网络状况。当前仿真模型（simulation case)概要显示对话框显示了母线号、发电机、线路/变压器和地区的个数，这些值都是不可改变的。现在可以看见两个地区都设置了自动发电量（AGC）控制状态。AGC 保证一个地区的发电量等于负荷量加上损耗量再加上向其他地区的输出量。点击 Case Information→Area Record，地区记录显示了网络中所有地区的简要概述。对于母线、发电机、线路和变压器等都有类似的记录。在表示地区 1 相应的记录上任意一处单击右键，选择 Show Dialog 选项，打开 Area Record 对话框，把地区名称改为 ONE，并且把 AGC 状态设置为 ED 控制方式。点击 Save 键将文件存盘。然后点击 Area Number 栏目右侧的上箭头，这样可以看到下一个地区的记录。将 AGC 状态设置为 ED 控制方式（Economic Dispatch Control），点击 Ok 保存修改后的值并关闭对话框，再关闭 Area Record。

下面我们在每条线路上加一个潮流饼图，潮流饼图用来以图形方式显示线路或变压器上流动的潮流占线路容量的百分比。注意，在画输电线路时饼图已经画上了，在此教会大家画饼图的方法，可以在没有画饼图的仿真模型（simulation case)上进行修改，以达到运行时的较好效果。在主菜单上选择 Insert→Line Flow Pie Chart 或在插入工具栏上点击表示线路饼图的按钮，在连接母线 1 与母线 2 的线路中点处点击左键，打开 Line/Transformer Flow Pie Chart 对话框，其中的一些数据已经自动进行了设置，点击 Ok 键就把饼图设置完毕了，这时将看见母线 1 和母线 2 之间的线路上出现了一个饼图。然后在线路 1-3 和线路 2-3 上重复相同的操作。接着加入标题、母线和线路的注释栏目，最后就可以在运行方式下对网络进行计算了。当网络在仿真运行时点击一下断路器，注意潮流将会发生怎样的变化。

对仿真模型（simulation case)进行设定

Simulator 可以使用多种方法对仿真模型（simulation case)进行设置，这里只介绍两种方法。

1．描述在仿真运行期间负荷随时间是怎样变化的。先返回编辑模式，在主菜单上点击 Case Information→Other→Load Variation Schedules，打开 Load Schedules 对话框。这个对话框可以反映负荷随时间的变化情况。此时没有进行任何设置，你必需自己设置一个。右击表格上的任意一处，在弹出式菜单上选择 Insert，打开 Load Schedule Dialog 对话框，将 Schedule Type 设置为 Daily Schedule。然后设置负荷随时间变化的对应列表，在 0 点钟负荷为 1.0，6 点钟是 0.8，12 点是 1.3，18 点是 2.0，最后在 24 点又返回 1.0。这个负荷变化和一个实际负荷

是很相似的，最大负荷出现在下午较晚的时候。设置完成后点击 Save Record 按钮，将此文件以 Area1Daily 的名称存储起来。下面要做的是将这个负荷和地区 1 联系起来。在主菜单上点击 Case Information→Area Record，在地区 1 的记录上击右键，选择 Show Dialog 选项，在 options 页中将 Load Schedule 负荷时间表一栏设为 Area1Daily。当你再开始仿真运行时，将发现地区 1 中的负荷会按照 Area1Daily 发生变化。同一个负荷时间表可以用于不同的地区，也可以对某地区再设置一个负荷时间表，用以仿真不同地区的负荷变化状况。

2．改变仿真运行时的动画显示。在主菜单上选择 Option→OneLine Display Option，选择对话框中的 Animated Flows Option，将 Show Animated Flow 和 Use Fill Color 两个选项打开，在 Actual MW Fill Color 后面的颜色选项中，选择一种比较漂亮的绿色，按 Ok 键关闭选色的对话框，再按 Ok 键关闭 OneLine Display Option 对话框。将文件存盘，切换到运行模式，进行仿真运行，可以看见电能正在流动。地区 1 中的负荷不断变化，发电量也在变化，整个系统保持发电量与消耗电量的平衡。

三、实验报告

1．写明实验名称，专业，班级，姓名，实验日期等。

2．扼要地写出实验目的、实验内容

3．简述实验过程，实验中是否遇到问题，如何解决的。

4．根据实际上机操作，结合老师上课讲授的内容，写出的心得体会。

5．实验后要求每人独立作一份实验报告。实验报告要简明扼要，字迹清楚，并按时送交教师批阅。

第二章　电力系统潮流分析入门

一、实验目的

通过对具体仿真模型（simulation case)的分析和计算，掌握电力系统潮流计算的方法；在此基础上对系统的运行方式、运行状态、运行参数进行分析；对偶发性故障进行简单的分析和处理。

二、实验内容

上次实验主要是熟悉仿制器的基本操作和创建一个简单的仿真模型（simulation case)。本次实验主要在运行模式下，对仿真模型（simulation case)进行合理的设置并进行电力系统潮流分析。

（一）单线图显示选项（One-line Display Option）的设置

该选项对话框可修改单线图的显示内容。右击单线图上任意空白处，从激活的单线图隐藏式菜单中选择 Oneline Display Option，或从主菜单中选择 Option → Oneline Display Option。这个对话框包括控制单线图的三个选项卡，分别为 Display Option 、Pie Chart Option 和 Animated Flows Option。

显示选项 Display Options

• 显示细节 Display Detail

Display Detail 控制着单线图上显示信息量的多少。有三种选择：

Minimal　显示单线图背景、线路断路器、发电机有功输出功率和负荷有功、无功功率。

Moderate　显示所有的 Minimal 信息，以及节点电压和所有线路潮流饼图。

Complete　显示所有信息。

• 电压选项 Voltage Options

电压用标幺值或者有名值（KV）来表示。

• 背景色 Background Color

可以改变背景色或者使用缺省的背景色(黄色)。

• 用绝对值表示线路和交界面间的潮流 Use Absolute Values for MW Line and Interface Flows

• 用虚线表示停止运行的元件 Show Outaged Components with Dashed Lines

选中该项就可以用虚线来显示停运的元件，如线路、对地支路、负荷或发电机。例如选中该项后，打开发电机的 Information Dialog，将 Status 从 closed 变为 open，确定后即可看到该台发电机的轮廓为虚线。

• 在被切除的机组上画叉 Draw an"X" Through Off-line Generators。

选中该项后，被切除机组上会出现一个“X”。

• 改变发电机功角 Change in Gen Rotor Angle Per Refresh（Degrees）

以转子与水平线的夹角表示发电机的功角。输入一个非零值（0-90°）来实现这个特性。

饼图选项 Pie Chart Options

下面选项用于修改线路潮流饼图。

• 类型 Style

Line Pie Chart Style 决定线路饼图显示的负载百分比是视在功率(MVA)、有功功率(MW)还是无功功率 (Mvar)。

• 最大尺寸 Maximum Size

当缩放一条线路或变压器时，饼图的大小会同样缩放，除非受到限制，否则将可能占据整个屏幕。该选项为饼图的大小设定一个最大尺寸，其缺省值是 99。

• 显示百分比值 Show Value Percent

当支路负载超过了 Show Value Percent 栏设定的值时，在饼图里显示负载百分数。缺省值是 100%。

• 正常颜色 Normal Color

饼图在报警前正常工作时的填充色。

• 报警百分数/报警值/报警颜色 Warning Percent，Warning Size Scalar，Warning Color

当载荷百分比达到或超过警戒百分数但低于极限百分数时，饼图的大小由 Warning Size Scalar 字段的值自动调整。这使得接近到达极限的线路和变压器的饼图清楚显示。当载荷达到或超过 Warning Percent 值时，饼图就会改变为 Warning Color 指定的颜色。双击该色域即可改变警戒填充色。Warning Percent，Warning Size Scalar 和 Warning Color 的缺省值分别为 80%，1.0 和蓝色。如果 Only in Monitored Areas 选项被选中，那么，仅在 Report Limit Violations 被激活的区域中的支路饼图才会遵循这些参数约定。

• 极限百分数/极限值/极限颜色 Limit Percent，Limit Size Scalar，Limit Color

当载荷百分数达到或超过 Limit Percent 值时，相应的饼图的大小就由 Limit Size Scalar 字段的值自动调整；同时，填充色变为由 Limit Color 指定的颜色。这

些选项使那些超过极限的线路和变压器的饼图突出显示。极限颜色可通过双击颜色本身来改变。Limit Percent，Limit Size Scalar 和 Limit Color 的缺省值分别时 100%，1.0 和红色。那么，仅在 Report Limit Violations 被激活的区域中的支路饼图将遵循这些参数约定。

• 只报警监视地区 Only in Monitored Areas

如果该项选中，只有受监视的地区线路饼图才会改变其外观，以反映出警戒和极限载载情况。如果该项未被选中，那么所有的饼图都将遵循这个对话框确定的参数。

动画潮流选项 Animated Flows Options

下面几项用于修改单线图上潮流动画显示的外观。

• 显示动画潮流 Show Animated Flows

确定是否在单线图上动画显示潮流。如不选该项，单线图上就不会出现潮流流动的符号。

• 潮流符号密度 Density

确定在线路上动画显示的潮流符号的密度。增加该值，会使仿真器在单线图上的单位长度显示出更多的潮流符号。该值可从 1 到 999 之间显示，缺省值是 10。

• 潮流符号大小 Size

确定在线路中动画显示的潮流符号的大小。增加该值会使潮流符号变大。该值可从 1 到 999 之间显示，缺省值是 10。

• 潮流符号 Animation Symbol

选择三角形箭头、圆形或方形符号来表示动画潮流。

• 动画参数 Animation Parameter

确定潮流动画显示的速度和尺寸是表示实际潮流还是加载百分数。该选项仅应用于输电线和变压器，对于其它设备如负荷和发电机，总是代表实际潮流。

• 动画潮流 Animate Flow

该项使单线图具有或不具有动画特性。

• 动画符号大小 Animate Size

如果选择该项，那么动画潮流符号的大小将会由 Animation Parameter 指定的值确定。否则，无论其指定的值是多少，符号的大小对于所有的装置都一样。

• 最大潮流 Max Flow MVA

该项用于设定在画面刷新时潮流动画显示符号移动的距离。该项根据动画符号位置处的最大变化范围确定功率潮流。符号从一个位置到下一个位置所移动距离的最大范围是符号间距的 0.35 倍。这个限度是必要的，因为过大的变化范围

将导致线路潮流看起来像是朝相反的方向移动。事实上，该项控制了动画显示的速度。所有超过该项指定值的功率潮流，都将由一个同等速度的潮流动画来描述。

• 放大时最大符号 Max Zoom Level to Resize

单线图放大时，潮流动画符号也增大。Max Zoom Level to Resize 设定的值限定了潮流符号的大小，使当放大倍数超过该值时，潮流符号的大小不再增大。

• 使用填充颜色 Use Fill Color

如果潮流动画符号需要填充颜色，选择该项。缺省值为空白。

• 改变填充颜色 Fill Color

如果已选择了 Use Fill Color，单线图便会变为潮流符号填充颜色。双击该项或单击 Change Fill Color 按钮，即可改变填充色。

（二）熟悉仿真选项对话框(Simulation Options Dialog)的设置

从主菜单中依次选择 Options → Solution/Environment Options 可出现仿真选项对话框，你可以根据需要来定制合适的仿真操作。以下给出其对话框的用法及其所提供的选项。

潮流求解选项 Power Flow Solution Options

选项栏为用仿真器求解潮流提供了不同的选项。

• 平电压启动 Initialize From Flat Start Values

求解潮流前所有节点和发电机的初始电压为 1∠0。缺省情况下不选该项。

• 带开关的对地支路控制无效 Disable Switched Shunt Control

如果选中此项，将不能自动控制带开关的对地支路。缺省情况下不选该项。

• 允许多岛 Allow Multiple Islands

如果选中此项，在求解过程中允许多岛的存在(Multiple Islands)。

• 重新启动时恢复初始状态 Restore Initial State on Restart

如果选中此项，只要用户从主菜单中选中 Simulation Control → Start/Restart，已经暂停的仿真运行将从初始状态开始运行，否则将与从主菜单中选择 Simulation Control → Continue 相同，即继续运行。

• 取消地区间的功率交换 Disable Area Interchange Control

如果选中此项，将不进行各地区间设定的相互功率交换约束，缺省情况不选该项。

• 取消变压器控制 Disable Transformer Control

如果选中此项，所有的带负荷调压变压器(LTC)以及移相变压器(PST)将不能自动控制。缺省情况不选该项。

• 设定发电机的有功功率极限 Enforce Generator MW Limits

如果选中此项，对于选中 Generator Option →MW and Voltage Control 的 Enforce MW Limits 栏，所有发电机最小和最大有功功率极限都将强制设为给定值。否则，发电机有功功率极限将不强制设为给定值。

• 在最优经济分配中引入损耗惩罚因子 Include Loss Penalty Factors in ED

如果选中此项，仿真器在进行有功功率经济分配计算时，将考虑网损惩罚因子；否则将不考虑系统损耗的影响。

如果选中此项，在确定经济发电量分配时，有功功率经济分配计算将考虑网损，否则发电量分配的计算将忽视系统损耗。

• 功率误差极限 ε　MVA Convergence Tolerance

功率收敛误差限用来作为判断潮流求解是否完成的标准。系统中任何的节点功率误差包括有功误差和无功误差。通常选择 ε =0.1MVA 左右。处理特殊仿真模型（simulation case)时，暂时增大 ε 可以使结果更接近实际情况，然后将所得结果作为初值，再用较小的 ε 来精确求解。

• 发电机无功的功率误差极限 MVA Tolerance for Gen Mvar

仿真器进行潮流计算时，功率误差极限不仅能确定潮流修正方程，还能保证发电机的无功功率不越限。PV 节点的无功功率随求解过程变化，以使每台发电机的端电压不变。然而每台发电机的无功输出只能在无功功率极限内变化。一旦越界，发电机的端电压就不能保持给定值。MVA Tolerance for Gen Mvar 选项用于指定迭代求解过程中的点，仿真器将从这些点上开始计算发电机无功极限。若节点的有功或无功功率误差低于这个选项所指定的极限时，仿真器将检查 PV 节点的发电机以确定是哪台发电机超出了无功功率极限，并将异常机组的无功输出定为它的极限值，即 PV 节点转化为 PQ 节点，然后继续求解潮流。一旦该节点的无功潮流误差超过这个选项所确定的允许误差，潮流计算中再将该节点转化为 PV 节点。因此为使求解过程中发电机的无功功率在任意时刻不越限，可以将无功误差极限设得大一点。当迭代过程开始收敛时仅需要界定无功功率极限的话，则把这个值设小一点。修改这个值有助于求解过程的收敛，因为有时无功功率始终在极限范围内变化，会比较容易求解，但有时会出现无功功率越界情况。

• 最大迭代次数 Maximum Number of Iterations

此项定义了在潮流求解过程中仿真器完成的最多迭代次数。一旦迭代次数越界，则认为潮流不收敛并终止计算。若仿真器设置描述非收敛潮流仿真模型（simulation case)（non-converging power flow case）当作中端，则屏幕会变成灰色并出现警告信息对话框。

• 带负荷调压变压器（LTC）的最小灵敏度 Minimum Sensitivity for LTC Control

此项指定了带负荷调压变压器（LTC）分接头的最小灵敏度。所有变压器都有一个电压分接头灵敏度的绝对值，低于这个值的变压器将自动地脱离自动控

制，这样仿真器就可制止改变变压器分接头对控制电压的影响。变压器 AVR 对话框显示了电压控制变压器的电压分接头灵敏度。

• 给定基准功率（MVA） Assumed MVA Per -Unit Base

此项允许用户确定用做整个仿真模型（simulation case)的基本功率，缺省时为 100MVA

• 节点损耗灵敏度 Bus Loss Sensitivities

节点损耗灵敏度表示岛或区域的损耗如何随注入节点功率的变化而变化，如 $\partial P_{loss} / \partial P_i$。如果仿真模型（simulation case)中只有一个岛，那么节点损耗灵敏度就是相对于整个系统的损耗。

• 求解方法 Solution Method

此项仅对仿真器 OPF 版有效，它指出仿真器潮流计算使用完全的牛顿求解方法还是最优潮流方法。

环境设置选项 Environment Options

环境设置选项栏提供了控制一些显示和仿真的选项。此栏第一部分包含几个复选框，可以用来指明（控制）单线图显示的内容。这些选项包括：

• 取消显示中断 Disable Showing Blackouts

系统仿真模型（simulation case)的潮流不收敛表示中断，此时单线图的背景会变成灰色阴影，同时出现一个信息框，告知系统已被中断。否则禁用此行为，选择 Disable Showing Blackout 复选框。通常系统不能收敛是因为系统不能满足负荷的需要，需要切除负荷以使系统可以控制。

• 显示单线图提示 Show one-line hints

如果选中此项，当鼠标箭头移到各部件上时，将给出信息提示。

• 只显示 Display Only

如果选中此项，仿真器就只显示仿真模型（simulation case)，而不对潮流方程进行求解，系统潮流由仿真模型（simulation case)文件中的初始值决定。如果你只是想用仿真器来显示一个已经求解的仿真模型（simulation case)，就应选中此项。(选中前后可观察日志信息显示框的变化)。只显示方式显示动画的优点是对于大仿真模型（simulation case)显示速度尤其地快。只显示方式显示动画的缺点是潮流方程在每一步不能自动地求解；你必须明确地要求一个潮流求解，或者用程序工具栏的 Single Solution，或者用主菜单 Simulation Control 两个潮流求解选项之一。

• 显示日志窗口 Show Log

如果选中此项，就会出现日志信息显示框。日志窗口中显示了潮流计算每一步的详细结果。通常此框不显示。但如果一个仿真仿真模型（simulation case)求

解遇到了问题，这个窗口对于调试此仿真模型（simulation case)就很重要了。

• 时钟形式 Clock Style

时钟是作为计时仿真的计时器，显示仿真的当前时间、起始时间和终止时间。你可以点击指定的时钟类型 None，选定隐藏仿真时钟；也可以选择 Dialog，用自己的窗口显示时钟；或者选择 Status Bar，在程序状态栏上显示时钟。

• 变压器符号 Transformer Symbol

由于变压器符号表示法，在不同的国家是变化的，此选项允许用户用圆型或者线圈型表示变压器。缺省时，变压器用圆型表示。

• 主单线图文件 Main One-line File

用此选项确定用于此仿真模型（simulation case)的主单线图文件。主单线图是你首先打开仿真模型（simulation case)显示的文件。下拉列表框中列出了此仿真模型（simulation case)所在目录下的所有单线图文件，选择其中的一个文件；如果文件不在下拉列表框，则输入你想使用单线图的完整路径。

• 使用缺省的单线图 Use Default One-line File

如果打开仿真模型（simulation case)时，仿真器找不到设定好的单线图，就会打开缺省的单线图。这个缺省的单线图必须与你打开的这个仿真模型（simulation case)处于同一个目录下。

仿真选项 Simulation Options

使用仿真选项栏可以控制仿真计时和电能交易结构（Structure of Energy Transactions）。这个选项栏有以下选项：

• 仿真开始与终止时间 Simulation Start and Simulation End Time

仿真开始与终止的时间包括星期几（day）和时间（time），因此仿真器可以仿真一个系统多天内的情况。所有时间设定值必须用 hh：mm 的格式。

• 当前时间 Current Time

表示当前的仿真时间。

• 仿真加速 Simulation Speed-Up

仿真加速控制着仿真运行的速度相对于真实时间的快慢。例如：在这个字段中输入 60，就可以使仿真运行的时间是真实时间的 60 倍，即仿真运行一秒相当于真实时间的一分钟。这个字段只有在 Fixed Time Step 没有被选中才可用。

• 固定的时间步长 Fixed Time Step

如果你想用每隔多少秒求解一次潮流来确定仿真的速度，应选中该项。如果选中该项，Simulation Speed-Up 字段位置会重新标记成 Fixed Time Step（seconds）字段 。

• 固定时间步长（秒）Fixed Time Step（seconds）

这个字段用于指定在潮流求解过程中，仿真运行预定求解一次潮流所用的秒数。例如，设定 60 秒的固定时间步长表示潮流求解一次，仿真运行的时间过一分钟。这个字段只有在设定时间步长 Fixed Time Step 选项被选中后才出现。

• 缺省地区编号 Default Area Number

指定用条形图显示的缺省地区编号。(选择不同的地区，可以显示相应地区的条形图)

• 有功交易额 MW Blocks for Transactions

确定一个新的有功交易的缺省值。当你想利用有功交易显示框和有功交易对话框来插入到一个新的交易额时，初始交易量即为该值。

• 交易增长时间（秒）Transaction Ramp Time （seconds）

地区间功率交换的缺省增长速度，这个值给定了每秒钟交换功率从零增长到 MW Blocks for Transactions 给定的值的增长量。当你想用有功交换显示框和有功交易对话框插入一个新的有功交换功率时，增长率常数的初始值就是 Ramp 所确定的值。

• 预定的系统频率 Scheduled System Frequency。

这个参数给定了系统预计的频率。单位是 Hz。

• 停电损失费用 Cost of Unserved Energy

即未完成电能交易地区的赔偿费用，这个费用将包含在异常运行地区总的运行成本中。

• 仿真模型（simulation case)的负荷乘子 Case Load Multiplier

使用此字段可以给定一个乘子来放大和缩小整个系统有功和无功负荷的值。

• 突发事件 Unexpected Events

此选项栏可以使你控制“突发性事件”出现的频率，如雷击→过电压(短路)→跳闸→自动重合闸。然而对于因大风造成的断线故障，线路需要断开很长时间（因为重建线路往往要花好几个月的时间）。这些事件的发生都是带有随机性的。无论何时只要随机性事件发生了，就会出现一个信息框，这个信息框你必须响应，才能使仿真运行进行下去。

• 自动启动 Auto Start

如果此复选框被选中，则当仿真模型（simulation case)被载入后，定时仿真将立即开始运行。

• 加载时自动求解 Auto Solve on Load

如果此复选项被选中，当仿真模型（simulation case)被载入后就立即开始计算。此时仿真器应为运行模式。否则，只有使用者开始仿真运行，才对仿真模型（simulation case)进行计算。

• 频率恒定的系统模型 Constant System Frequency Model

如果此复选项被选中，在缺省情况下，系统频率保持恒定。建议选择此选项。

极限选项 Limits Options

• 保持发电机在有功功率极限内 Enforce Generator MW Limits

如果选中该项，发电机的有功输出功率将保持在规定的功率极限内。

• 发电机的爬坡速率极限 Enforce Generator Ramp Limits

如果选中该项，则发电机的爬坡速率将保持在规定的极限内。

• 电压标幺值的最小与最大值 Per Unit Low Voltage Limit，Per Unit High Voltage Limit

节点电压标幺值的允许范围。任何超过这个范围的节点电压都会作为越限标出。

• 在仿真期间自动打开过载线路 Automatically Open Overheated Lines during Simulation

如果选中该项，则在仿真期间，当输电线路/变压器过载时，将自动地打开过载线路/变压器并给出提示。

• 相对潮流上限的线路载荷的百分比 Percent Loading to Report Branch Limits

当线路过载时，线路相对潮流上限的载荷百分比。

• 将输电线路极限用等效电流表示 Treat Transmission Line Limits as Equivalent Amps

输电线路和变压器的极限通常用 MVA 来表示。然而，当报告越限时，检查输电线路极限通常是负荷电流。如果选中此项，线路的极限就用负荷电流来表示。否则，线路的极限用 MVA 来表示。

• 线路和变压器极限设置 Line and Transformer Limit Set

仿真器允许输电线路和变压器最多有三组极限。为了选择合适的极限组，你可以通过线路/变压器对话框（Line/Transformer Dialog）为每一条线路和变压器从中选择需要的极限。

（三）对仿制器中的仿真模型（simulation case)进行分析

以 B2.PWB 为例进行如下操作：

（1）选择主菜单的 Case Information → Case Summary 项，了解当前仿真模型（simulation case)的概况。例如：仿真模型（simulation case)中节点、发电机、负荷、对地支路、交流输电线路和变压器、直流输电线路、控制地区、分区、岛等每种元件的总数；统计仿真模型（simulation case)中全部的负荷、发电机、并联支路补偿以及损耗；松弛节点的总数；当前仿真模型（simulation case)的完整路径和文件名等。如果想要查看关于每种元件的详细信息，你只要在单线图相应元件上点击右键，在弹出式菜单中选择相应的选项，就能够看到如发电机、母线、

线路、变压器、负荷以及区域等有关详细信息。要想更深入地了解这些内容，最好的方法是自己运行一下。也可使用主菜单的 Case Information 中查看相应元件的记录项来获得详细信息。

（2）不更改仿真模型（simulation case)的原有的设置，进入运行模式。从主菜单上选择 Simulation Control，Start/Restart 开始仿真运行。运行时会以动画方式显示潮流的大小和方向。要想对动画显示进行设定，先转换到编辑模式，在主菜单上选择 Options， One-Line Display Options，然后在打开的对话框中选中 Animated Flows Option 选项卡，将 Show Animated Flows 复选框选中，这样运行时就会有动画显示。在此对话框中还可以设置动画箭头的大小、颜色和密集程度，以使它看起来更舒服些，设置完成后按一下 Ok。从主菜单上选择 Option → Chart，察看反映系统运行状况的工作图表，如地区的负荷量与发电量图、地区损耗量图、地区有功传送图、地区控制误差量（ACE）图等。

（3）当电力系统正在运行的时候，你可能需要查看或者修改某些参数。首先，应将仿真运行暂停，这样就不会占用运行时间（其实并不是非要把运行停下来，运行的时候也是可以进行调节的）。然后右击想要查看的元件，打开该元件的运行对话框。对话框中的数据都可以进行修改。修改完后，系统将按照修改后的参数进行运行。我们将母线 1 上的发电机 AGC 设置为 OFF，观察系统运行的情况。

（4）将母线 1 上的发电机 Max MW Output 设置为 400，观察系统运行的情况。

（5）从主菜单中依次选择 Options → Simultion Option → Simultion → Unexpected Event → Often 设置突发性事件出现的频率，观察系统运行的情况。

（6）设置为平电压启动，观察系统运行的情况。

（7）将母线 1 上的发电机 Max MW Output 设置为 400，将母线 2 上的发电机 Max MW Output 设置为 200，更改负载曲线设置，观察系统运行的情况。

三、实验报告

简述实验目的、实验步骤、实验过程、记录主要数据并对本次实验进行小结。

第三章　5 母线电力系统分析

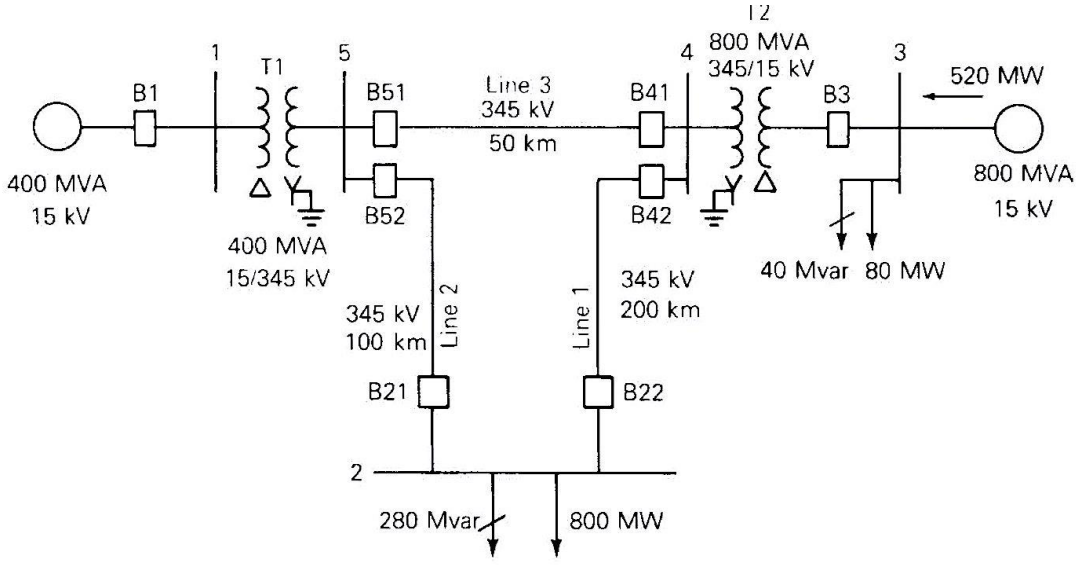
下图展示的是一五母线电力系统单线图，此系统即课件中第二章例题对应的系统。用《电力系统分析与设计》 by Duncan Glover 中第六章的例 6.9 求解下面各问题.

1、对于例 6.9 的 5 节点系统电力系统，应用 PowerWorld 仿真软件，把 V2 增加到 0.95p.u，确定母线 2 上需要并联电容器组 MVAr 额定的容量。确定电容器组对线路载荷和总功率损耗的影响。

2、对于例 6.9 的 5 节点系统运行原始的系统潮流，你发现电压越界吗？（通常母线电压范围假定是在 0.95~1.05p.u）。现在假设本系统的两个变压器是分接头可变的变压器，其分接头以每步 0.05p.u 增加，从 0.85p.u 变化到 1.15p.u。为了增加母线 2 上的电压到 0.95p.u，确定分接头的设置，而其他母线尽可能不引起高电压越界。

3、引用例 6.9 的 5 节点系统单线图，假设在母线 2 和母线 4 之间架设一条附加线路，附加线路与原有的线路 2--4 相同，确定对母线 2 电压相量、线路载荷和总功率损耗的影响

4、在问题 2 中，你已经运行了例 6.9 的 5 节点系统，进行潮流计算，并且发现了低电压越界。为了把母线 2 的电压提升至 0.95p.u，在母线 2 上放置一电容器组，确定电容器组的大小。现在假设为了维修切除母线 4 和母线 5 之间的线路，再次运行系统，是否满足要求？如果不行，为了保持母线 2 电压在 0.95p.u 之上 ，确定必须在母线 2 上卸载的负荷为多少，在母线 2 切除相同百分比的有功和无功。



第四章　三区域电力系统传输线无过载运行

本算例有三个控制区域，你运行的区域是包含母线 1 和母线 2 的 Home 区域，仿真从上午 0：00 运行到下午 23：59，Home 区域的负荷在仿真时间内变化，Home 区域每台发电机初始功率为 200MW，某台发电机有一个较低的运行成本（开始运行时，发电机 1 的边际成本为 32.40$/MWh，发电机 2 的边际成本为 20.40$/MWh）。倘若无任何控制作用，某些线路将过载，你的目的是在仔细监测和调整线路过载的同时用最低的成本完成此 24 小时的仿真。

运行仿真并且注意（监视）系统经历一整天的负荷及发电量周期性变化。点击 Options→Charts→Area Average cost per MWH 可监测控制区域每 MWH 的平均费用（成本）。如果你想了解各台发电机增加的费用，右击发电机图标，从子菜单上选择 Incremental Cost Curve。从 Information dialog 可获得发电机的费用特性。

点击 Options→Charts→Area Losses Display 可以监控（有关）经济信息。在你（监视）的区域上右击，打开 Area Information Dialog→Simulation summary，可获得此区域每小时的费用和区域总的仿真费用等信息。

准备好了现在开始这个项目。增加你的区域发电量可以用如下两种方法：

1、从比较昂贵的发电机发出（调度）更多的电量。这样做很简单，只要点击靠近发电机有功栏的向上的箭头即可。

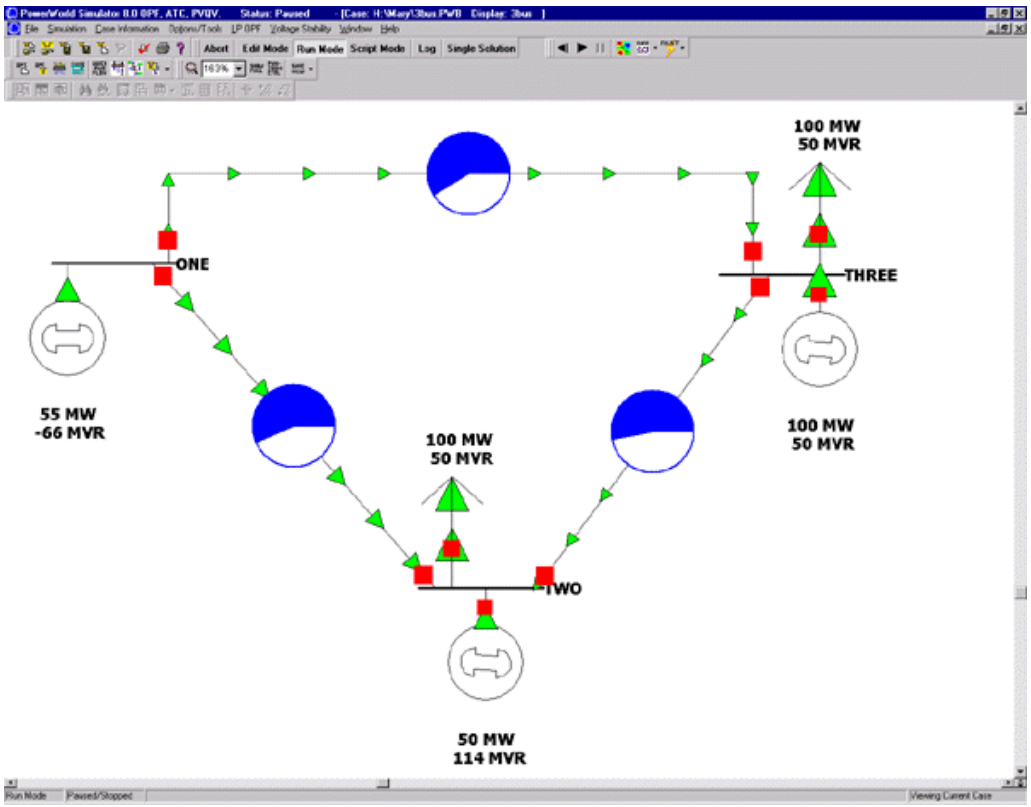
2、与另外两个区域进行电力交易。打开 Area Information Display Dialog，点击 Scheduled power Transactions（Deal/Wheel），你可以购买或者售出电能。必须转到不同的区域，点击 Scheduled power Transactions（Deal/Wheel），设置买方和卖方（相对于其他区域）。注意由于负荷的变化，对于特殊交易，你必须注意时间的长度。

为了达到线路没有过载并且费用最小，你必需混合使用两种控制策略。你必须用不同的策略多次运行仿真，找出一个好的解决方案。无论如何，解决方案不是唯一的。

在你的分析中，通报你所采用的控制行为（例如：行为发生的时间，为什么要这样做，作用区域的成本）。注意仿真结束时的总成本。

第五章　Fault Analysis

PowerWorld Simulator Fault Analysis tool calculates the effects of a fault throughout a system. Faults can occur at a bus or in a line, and can be one of four types: single line-to-ground, line-to-line, 3 phase balanced, and double line-to-ground. In addition, in-line faults can occur at a specified location on the line. Mutual impedance data can be imported from other PowerWorld cases or in PTI format. To get you started using Simulator Fault Analysis tool, let consider an example in a simple, lossless three-bus system.



You can download the PowerWorld case and oneline files to try this example yourself: 3Bus.pwb, 3Bus.pwd.

Suppose we want to calculate the fault currents (in Amps) on lines 1-2 and 2-3 when a zero-impedance, double line-to-ground fault occurs 50% along line 1-3. Follow the following steps: Make sure Simulator in Run Mode by clicking on the Run Mode button in the Program toolbar, or selecting File, Switch to Run Mode from the main menu.

1. There are four ways to start a fault analysis study:

From the Options/Tools menu, select Fault Analysis

From the Run Mode Palette, click the Fault button

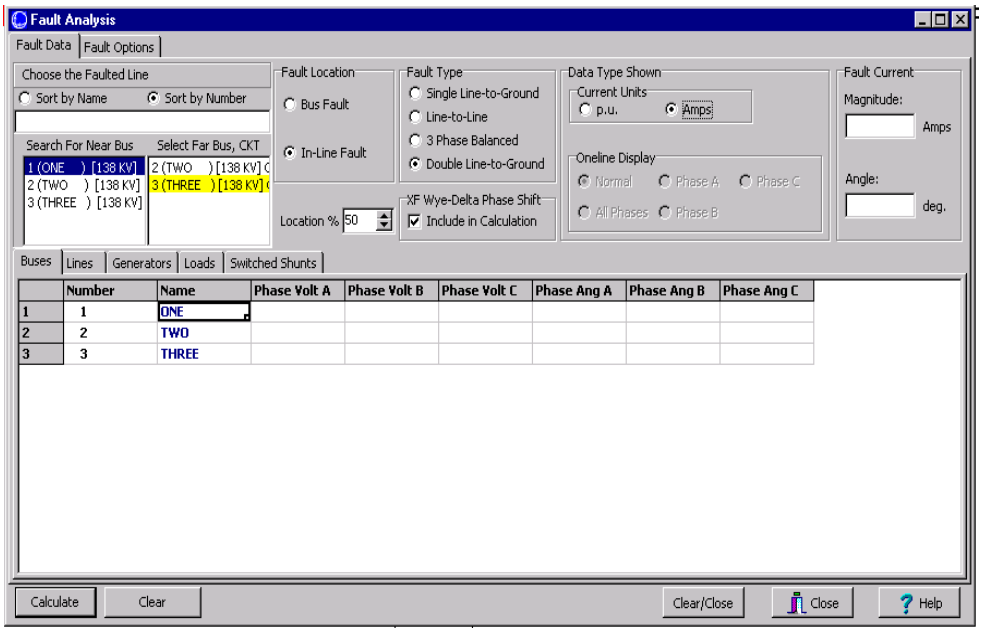
Right click on a bus and choose Fault? to perform a fault analysis at that bus

Right click on a line and choose Fault? to perform a fault analysis at that point on the line

2. All four of these options will open the Fault Analysis dialog. If you opened the dialog by right-clicking on a bus or line, the fault information on that bus or line will already be filled in. If you selected the Fault Analysis? Option from the Options/Tools menu or the Fault button, the information about the location of the fault will need to be provided.

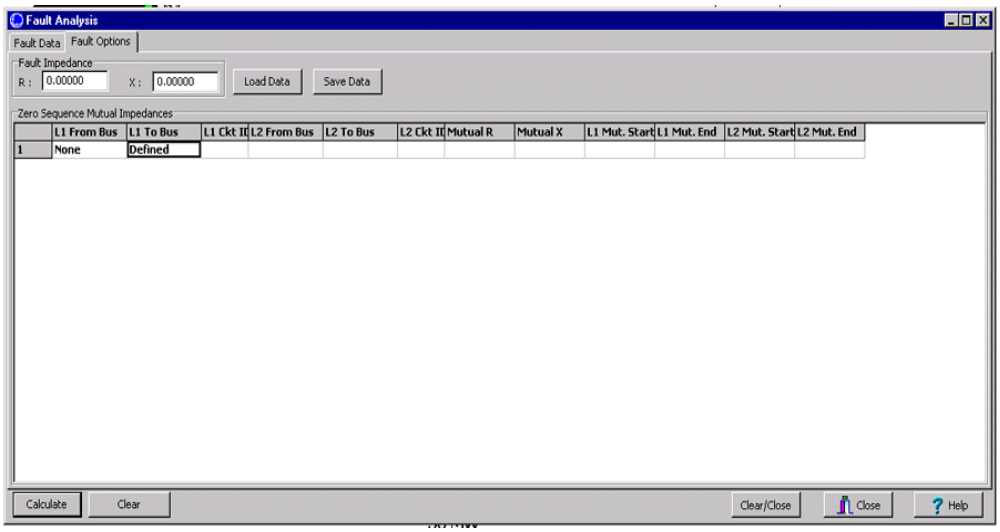
3. Now, we will set up the fault. In the Fault Analysis dialog, select In-Line Fault for Fault Location and Double Line-to-Ground for Fault Type. Select Bus 1 for the Near Bus and Bus 3 for the Far Bus, and enter 50 for the Location %. To see the results in amps select Amps for the Current Units. The Fault Analysis dialog should now look like the one below:

4. Enter the fault impedance. Go to the Fault Options tab in the Fault Analysis dialog, and enter the R and X values at the top. Since our fault has zero-impedance, we can leave these at their default of zero.

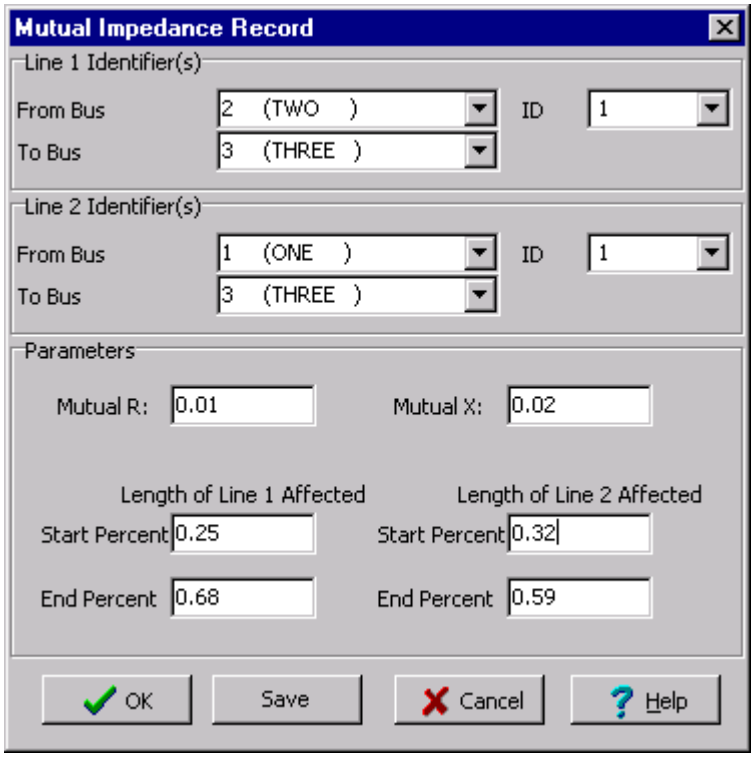


5. To enter mutual impedance values go to the Options tab in the Fault Analysis dialog. We will assume that our system uses the default values for mutual impedances. To enter mutual impedance values, right-click in the table. The Mutual Impedance Record will appear. Enter the appropriate data here. Alternatively, mutual impedance values can be loaded from PowerWorld auxiliary files or in PTI format by clicking the Load button. The data may be saved in PowerWorld auxiliary

format by clicking the save button.



6. Click the Calculate button in the lower right corner of the Fault Analysis dialog.



7．The results that we are interested in are the currents in lines 1-2 and 2-3. Click on the Lines tab to see this data. Since this is a lossless system, the From and To currents are equal for each line. These are the results:

Fault Data - Lines							
From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Phase Cur A From	Phase Cur B From	Phase Cur C From
1	ONE	2	TWO	1	119.69	266.18	431.55
1	ONE	3	THREE	1	0	0	0
1	ONE	4	FaultPt	1	53.01	717.42	864.95
2	TWO	3	THREE	1	70.57	233.02	320.28
4	FaultPt	3	THREE	1	52.98	800.3	1088.38

Phase Cur A From　A 相电流　Phase Cur B From　B 相电流　Phase Cur C From　C 相电流

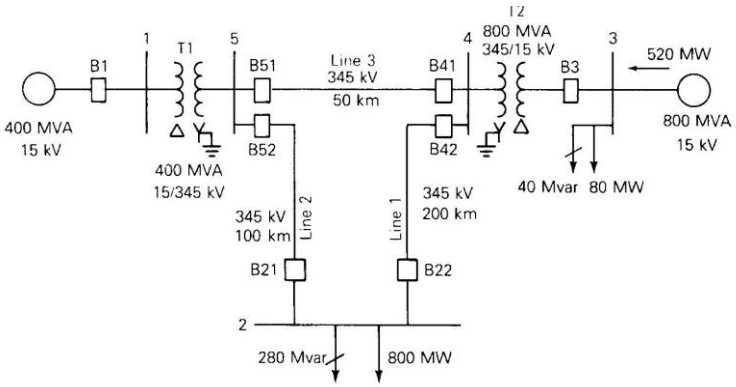
第八章、5 母线电力系统短路故障分析

下图所示五母线电力系统，分别根据几种不同的条件进行短路故障的分析，分析结果需列表给出短路发生后各个节点的三相电压、每条线路的的三相电流以及故障电流的标幺值。

1、假定在节点 2 发生三相接地短路，接地阻抗为 0.01+j0.04p.u.，请计算各短路电流和电压。

2、假定故障点在节点 4 和 5 之间 50%的位置，故障类型为两相相间短路，短路阻抗为零，请计算各短路电流和电压。

3、假定在节点 4 发生单相接地短路，短路阻抗为零，请计算各短路电流和电压。



PowerWorld Simulator 故障分析的功能可以从菜单工具→短路计算按钮调用，如下图。

