

第二十二章

暂态稳定分析 (Transient Stability Analysis)

暂态稳定分析程序旨在分析系统变化或干扰时和变化前后电力系统的动态响应和稳定极限。程序模拟电力系统的动态特性，执行用户设定的事件和动作，解系统网络方程和机械微分方程，发现系统和电机在时域内的响应。通过这些响应，用户可以确定系统的暂态特性，作稳定评估，发现保护设备设定，并运用必要的补偿或加强措施来提高系统稳定性。

本章提供了不同的工具帮助您进行暂态稳定分析。并提供了一个系统稳定分析基础的总括。

本章分成 9 部分：

1. 暂态稳定工具条部分解释了如何开始一个暂态稳定计算，打开并查看输出报告以及如何选择显示选项，查看图形，查看分析中的效果和如何执行动作次序重放。
2. 案例编辑器部分解释了如何创建一个新的分析案例，如何设定参数，安排转换事件和干扰的次序，如何定义电机动态模拟方法，如何选择绘图/图表设备和设置设备容差调节器等。
3. 显示选项部分说明了在单线图中显示主要系统参数和输出报告结果时的选项以及如何设定他们。
4. 计算方法部分提供了暂态稳定分析方法的理论背景和核心参考，这对那些在暂态稳定分析上没有很多经验的用户是很有帮助的。
5. 需求数据部分是您一个很好的参考，用于检查是否具备所有的暂态稳定计算要求的数据。这些数据对不同系统支路都不同，如母线和支路信息，电机方面如电机模型和参数，励磁机模型和参数，调速器模型和参数等。
6. 输出报告部分解释并说明了暂态稳定文本报告的格式和组织。
7. 单线图显示结果部分解释了单线图可以显示的结果并举了一个例子。
8. 图形部分说明了暂态稳定分析可得到哪些图形及如何选择并查看它们。

Transient Stability Analysis

9. 动作列表部分解释如何查看分析案例中执行的动作，以及如何通过移动时间滑条观察系统动作序列。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

- [Info Page 信息页](#)

- [Events Page 事件页](#)

- [Dvn Model Page 动态模型页](#)

- [Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

22.1 暂态稳定工具条(Transient Stability Toolbar)

处于暂态稳定分析模式中时，暂态稳定工具条出现在屏幕上。



22.1.1 运行暂态稳定分析(Run Transient Stability)

从分析案例工具条中选择一个分析案例。点击运行暂态稳定分析按钮进行暂态稳定分析。如果输出文件名设为 Prompt，程序显示一个对话框让您定义输出报告的名字。计算结束时，暂态稳定结果显示在单线图中并存储在输出报告和图形文件中。

22.1.2 显示选项(Display Options)

点击[显示选项\(Display Options\)](#)按钮来定义暂态稳定分析模式中单线图的注释选项，并为暂态稳定计算结果编辑单线图。更多信息参见显示选项部分。

22.1.3 报警窗口(Alert View)

此按钮再 ETAP 5.0 中没有, 我们将在以后推出的 ETAP 版本中添加。

22.1.4 暂态稳定报告管理器(Report Manager)

点击暂态稳定[报告管理器](#)按钮选择暂态稳定输出报告格式并查看结果。暂态稳定分析报告在水晶报告视图里提供 PDF 格式，MS Word 文档格式， Rich Text 格式， MS Excel 格式。许多先前定义的报告分别在完成页，输入页和总结页里得到创建。



你也可以从位于分析案例工具栏上的输出报告列表框在水晶报告视图格式里选择输出文件。暂态稳定分析的输出报告数据库的扩展名为 .tsr 。

22.1.5 动作序列(Action List)

在分析案例中点击**动作序列**按钮查看动作顺序。 完成一个分析案例后，动作序列表将会自动更新。在动作序列中的信息也可以在动作总结报告中看到。动作序列包含一系列的动作，这些动作包括在暂态稳定分析案例定义的动作和来自于继电器运行的动作。由系统限制产生的故障动作也在这个列表里有报告。运用时间滑块可以观察系统动作次序。箭头左键和右键会使时间滑块移到先前/下个动作或者先前/下个图标。



22.1.6 暂态稳定图形(Transient Stability Plots)

点击暂态稳定图形按钮选择并绘制最终的图形文件。图形文件名显示在分析案例工具条。暂态稳定图形文件的扩展名为.tsp。更多信息参见“图形 Plotting”部分。

22.1.7 中断当前计算(Halt Current Calculation)

通常情况下停止图标是灰色的。当暂态稳定分析时，该图标被激活并显红色。点击该图标来中断当前计算。如果在计算完成前中断当前计算，则单线图无法显示计算结果，并且这个输出报告会不完善。

22.1.8 获取在线数据(Get On-Line Data)

当你的 ETAP 中的 ETAP 实时高级监测处于激活时，该按钮就可以起作用。按下这个按钮可以用一些诸如负荷，母线电压等的实时数值作为你的暂态稳定的初始条件。

注意：在实时系统中操作人员可以在动作之前使用该模块来预测系统响应。

22.1.9 获取存档数据(Get Archived Data)

如果您所用的计算机安装的 ETAP 具有在线功能，可以复制存档数据到当前计算中。

当你的 ETAP 中的 ETAP 实时事件重放处于激活时，该按钮就可以起作用。按下这个按钮可以用一些诸如负荷，母线电压等的存档数值作为 OPF 的初始条件。

注意：使用存档数据使你有机会在 ETAP 任意模块进行上一次运行状态的动作并定义预备方案。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

22.2 分析案例编辑器(Study Case Editor)

22.2.1 分析案例编辑器概述(Study Case Editor Overview)

暂态稳定分析案例编辑器包含精度控制变量，启动前负荷条件，事件和动作设定，电机模拟选项及输出报告的一系列选项。在 ETAP 中可以创建并保存无穷多个分析案例。暂态稳定计算根据工具条所选的分析参数的设定来计算并输出报告。在不同的分析案例之间可轻松切换无需每次重新设定选项。该功能可大大节省您的时间。

作为 ETAP 多维数据库概念的一部分，分析案例可用于三个主要系统组成部分的任意组合，也就是适用于任何配置状态，单线图显示和基本/修正版本数据。

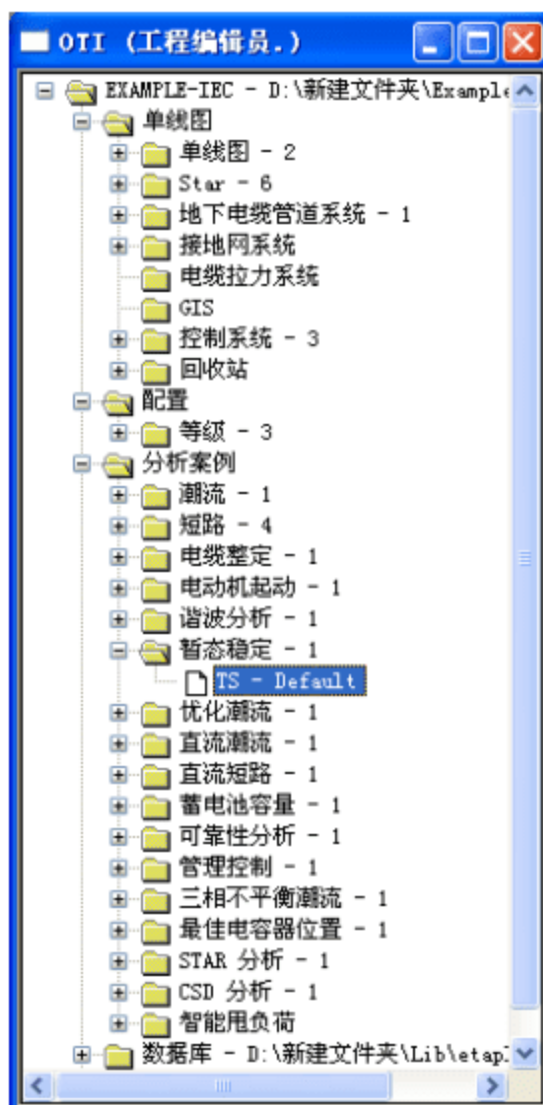
当您处于暂态稳定分析模式中时，可点击暂态稳定工具条中的分析案例按钮来访问暂态稳定编辑器，也可以从项目视图中点击分析案例文件夹下的暂态稳定分析案例子文件夹来访问该编辑器。



两种方法创建一个新的分析案例. 您可以点击在暂态分析案例工具条上的新建按钮复制一个已有案例到新建案例中。



创建一个新的分析案例：进入项目视图，右击电动机起动分析案例文件夹，选择“新建”。所创建的分析案例增加到暂态稳定分析案例文件夹中，是默认分析案例的复制件。



[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

22.2.2 信息页 (Info Page)

在该属性页设定一般的精度参数和分析参数信息。

分析案例名称(Study Case ID)

分析案例名称显示在输入区。删除旧的名称，输入新的就可以改变分析案例的名字了。分析案例名称 不超过 12 个字符，使用编辑器底部的浏览按钮，可以从一个案例切换到另一个案例。

初始潮流(Initial Load Flow)

你可以在该部分里为位于暂态稳定分析中的初始负荷潮流计算指定方案参数。

加速高斯-赛德尔法 (Accelerated Gauss-Seidel)

当前的 ETAP 暂态稳定为初始负荷潮流计算使用加速高斯-赛德尔法。

Transient Stability Analysis

最大迭代次数(Max Iteration)

输入最大迭代次数。如果在设定次数的迭代后仍无法收敛，程序会停止并通知用户，推荐默认值为 2000。

精度(Solution Precision)

输入用于检验收敛性的精度值。该值决定了您希望的精确。推荐默认值为 0.000001。

加速因数(Accel. Factor)

输入迭代间的收敛加速因数。典型值在 1.2 和 1.7 之间，默认值为 1.45。

应用变压器相移(Apply XFMR Phase-Shift)

选择该复选框则在暂态稳定初始负荷计算和仿真时间计算时，考虑到变压器相移。可在变压器编辑器中找到相移。否则，变压器相移忽略不计。

负荷类型>Loading Category)

在负荷类型框中，你可以通过选择一种负荷指定系统初始的运行负荷。初始负荷情况将为暂态稳定分析建立一个初始的正常运行情况。

负荷类型>Loading Category)

具有十种负荷类型以供选择其中一种。无论选择哪种类型，ETAP 都会为指定的电动机和其它负荷使用设定的负荷百分数。注意，您可以从电动机编辑器中的铭牌属性页或大部分设备的负荷属性页中为十种类型设定负荷条件。谐波滤波器的负荷条件将从它的参数中计算得出。

运行负荷(Operating P, Q)

点击该选项来运行在相关设备编辑器中设定的有功 P 和无功 Q。运行负荷的有功 P 和无功 Q 也可以从 ETAP 在线数据中获取。

发电机类型(Generation Category)

为当前最佳功率潮流分析选择十种发电机类型中的一个。选择一种发电机类型后，ETAP 会为所选类型运用发电机控制，它在发电机额定页和电网编辑器里已经指定。这个发电机控制会根据发电机和电网所处工作状态有所不同。发电机和电网的工作状态在发电机和电网编辑器上选择。

下表显示了发电机控制的工作状态。

工作状态	发电机类型控制
平衡节点	%V 和 Angle
电压控制	%V 和 MW
MVAR 控制	MW 和 MVAR
PF 控制	MW 和 PF

运行 P, Q, V(Operating P, Q, V)

Transient Stability Analysis

如果你的 ETAP 键具有在线特征的话就会起作用。当点击该框时，从在线数据和先前负荷潮流分析更新的发电机工作值会在负荷潮流分析中得到运用。

负荷调整系数(Load Diversity Factor)

在暂态稳定初始负荷计算中应用负荷调整系数的选择如下：

没有(None)

选择“没有”选项时使用在所选负荷类型中为单个负荷设定的负荷百分数，不考虑到调整系数。

母线最大值(Bus Maximum)

选择该选项时，直接与每条母线相连的电动机和其它负荷将乘以母线最大调整系数。通过这个选项，可以为暂态稳定分析的初始负荷定义每条母线有不同最大调整系数。

当考虑到将来电力系统负荷和每条母线有不同的最大负荷时，该选项有很大作用。

母线最小值(Bus Minimum)

选择该选项时，直接与每条母线相连的电动机和其它负荷将乘以母线最小调整系数。通过这个选项，你可以为暂态稳定分析的初始负荷定义每条母线有不同最小调整系数。

该分析选项在一些研究轻负荷条件作用的案例里是很有用的。

整个调整系数(Global)

输入适用于所有恒定功率，恒定阻抗，普通和恒定负荷的调整系数。选择该选项时，ETAP 将把所选负荷类型中所有的电动机，静态负荷，恒定电流负荷和普通负荷乘以输入的负荷调整系数值。

恒定功率 (Constant Kva)

恒定功率负荷包括感应电机，同步电机，带%电机负荷的常规和失衡等效负荷，UPS's 和充电器。

恒定阻抗 (Constant Z)

恒定阻抗负荷包括静态负荷，电容器，谐波滤波器，MOV's 和带%静态负荷的常规和失衡等效负荷。

恒定电流 (Constant I)

恒定电流负荷包括带%恒定电流负荷的失衡等效负荷。

普通 (Generic)

普通负荷包括运用指数，多项式或者全面模型的等效负荷模型。

注意：电动机负荷乘数因数为 125%意味着电动机所有母线可以比它们的额定值增加 25%。该值可以比 100%小或者大。

充电器负荷(Charger Loading)

负荷类型>Loading Category)

选择这项使用充电器编辑器的负荷类型中设定的有功 P 和无功 Q 作为充电器负荷。

Transient Stability Analysis

运行负荷(Operating Load)

选择该选项时，使用充电器运行负荷部分设定的有功 P 和无功 Q。如果选择该选项，应先运行一个直流潮流计算来计算充电器负荷。

初始电压条件 (Initial Voltage Condition)

所有母线电压和相角的初始条件可以在此指定，用于负荷潮流计算。

母线初始电压 (Bus Initial Voltage)

选择该项用于母线编辑器信息页输入的母线电压和相角。运用该选项，你可以用母线电压设置负荷潮流初始条件。

用户定义的定值 (User-Defined Fixed Value)

该选项允许你为所有用户用固定电压量和相角设置初始负荷潮流条件。一旦选定该固定初始条件选项，你就必须输入初始电压值作为母线额定电压的百分值。母线电压量和母线电压相角的默认值分别是 100%和零度。

分析注释(Study Remarks)

在该注释框中输入不超过 120 个字的信息。这些信息将打印在每页输出报告页眉的第二行，为每个分析案例提供信息。注意：页眉的第一行是对所有分析案例都适用的信息，在程序信息编辑器中输入。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

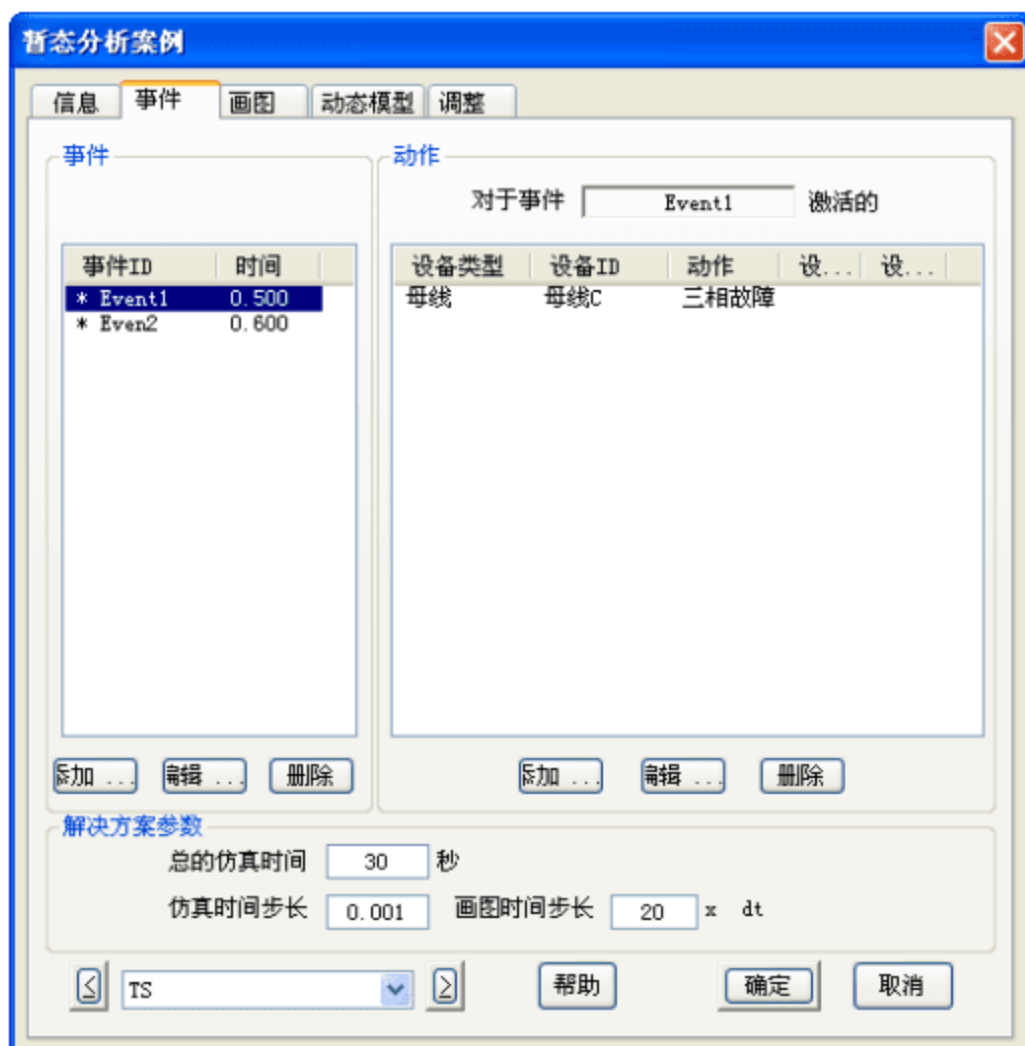
原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

22.2.3 事件属性页(Events Page)

在该属性页中设计并存储暂态稳定分析中的假定，事件和一些方案参数。



事件(Events)

在这一栏中，所有的事件都按顺序显示。激活的事件标有'*' 并列在前面，接下来是未激活的事件。

事件名称(Event ID)

事件名称是事件唯一的名字，最多为 12 个字母。

时间(Time)

就是相关事件发生的时间，单位是秒。

增加 (事件)(Add (Event))

Transient Stability Analysis

点击增加（事件）可增加一个新的事件，并打开事件编辑器



激活(Active)

选择该选项激活事件。再次点击则取消选择。只有激活事件才能参与到分析中来。使用激活选项只是暂时是事件失效, 并不是删除此事件。

编辑（事件）(Edit (Event))

点击编辑（事件）按钮打开事件编辑器并编辑一个现存的事件。也可双击事件列表中的某个事件来激活事件编辑器。

删除（事件）(Delete (Event))

从列表中删除一个现存事件。

动作(Actions)

每个事件都可包含一系列的动作(系统变化和干扰)。当您在事件编辑器中选择一个事件时，与事件相关的动作就显示在动作列表中。



各个动作由设备类型, 设备名称, 一个动作, 设值 1 和设置 2 构成. 注意: 事件名称可根据您的需要显示在动作列表的顶部。



设备类型(Device Type)

将要产生动作的设备类型。

设备名称/母线区域#(Device ID / Bus Zone #)

将要产生动作的设备名称或者母线区域号码（对于风涡轮（区域））。

动作(Action)

此选项用于定义使用指定设备和设备类型的动作. 以下是显示设备类型及其相关动作的表格:

设备类型	动作	设置 1	设置 2
母线	3 相故障/清除故障	-	-
电缆	故障/清除故障	与总长度的百分比	-
传输线	故障/清除故障	与总长度的百分比	-
阻抗	故障/清除故障	与总长度的百分比	-
断路器	打开/关闭	-	-

Transient Stability Analysis

单向开关	打开/关闭	-	-
熔断器	跳闸	-	-
接触器	打开/关闭	-	-
发电机	Ref.电机	-	-
	非固定频率运行	-	-
	固定频率运行	-	-
	起动	-	-
	失磁	-	-
	发电机冲击	电功率变化百分数	-
	发电机斜线上升	电功率变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	电压冲击	电压变化百分数	-
	电压斜线上升	电压变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	切除	-	-
公共电网	Ref. 电机	-	-
	电压冲击	电压变化百分数	-
	电压斜线上升	电压变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	切除	-	-
同步电动机	加速	-	-
	负荷冲击	负荷变化百分数	-
	负荷	负荷变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	切除	-	-
感应电动机	加速	-	-
	负荷冲击	负荷变化百分数	-
	负荷斜线上升	负荷变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	切除	-	-
等效负荷	负荷冲击	负荷变化百分数	-
	负荷斜线上升	负荷变化百分数	时间 (sec) 变化百分数
	切除	-	-
MOV	起动	-	-
风轮机	U-D 风力扰动		
	阵风		
	斜坡风		
风轮机 (Zone)	U-D 风力扰动		
	阵风		
	斜坡风		
没有	潮流分析 (没有动作, 在事件发 生期间进行潮流分析)	-	-

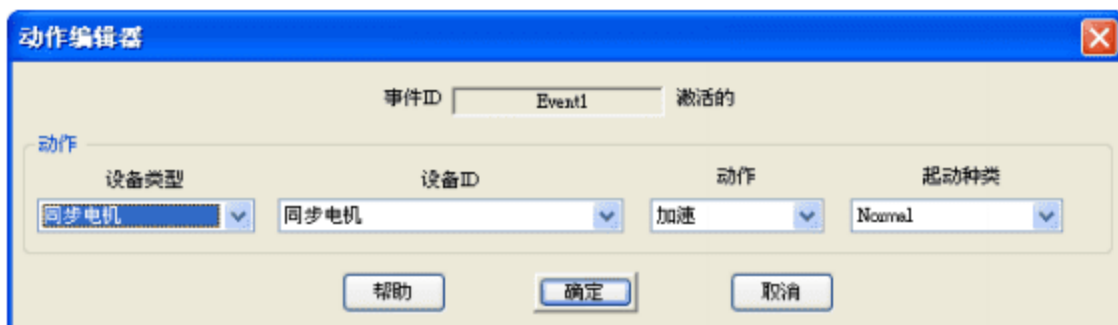
设置 1 和设置 2 (Setting 1 and Setting 2)

这些窗口显示了即将发生的动作设置。例如, 对于一台感应电动机, 您可以定义并运用负荷斜率增加负荷。设置 1 是负荷需要斜线上升的百分数, 而设置 2 是负荷斜线上升的时间。因此, 设置 1 和设置 2 可以定义负荷斜线上升的斜率。

Transient Stability Analysis

增加(动作)(Add (Action))

点击增加 (动作)按钮打开动作编辑器增加新的故障。从设备类型下拉列表框中选择一种设备类型。从设备名称下拉列表框中选择设备名称。从动作下拉列表框中选择动作。



编辑(动作)(Edit (Action))

点击 编辑 (动作)按钮编辑动作。也可以双击列表中的动作弹出动作编辑器。

切除(动作)(Delete (Action))

切除一个动作。

总的模拟时间(Total Simulation Time)

一个暂态分析案例总的模拟时间. 单位为秒. 这里最大默认值为 9999。

仿真步长 (Simulation Time Step)

这是暂态稳定仿真中以秒为单位的综合步长。系统中你应该设置该值比最小时间常量小，以保证你能看到所有的励磁和调速响应。注意：该值越小，所需计算越多，计算次数就会增加。此值推荐应为 0.001 秒。可以根据你的需要增加该值。但是，如果这个综合步长太小，误差可能增加。

绘图步长 (Plot Time Step)

该值确定了 ETAP 记录绘图仿真结果的频率。比如：如果你指定的是 20 步，每 20 仿真步长 ETAP 就会绘点，也就是对于 0.001 的仿真步长，这个绘制步长是 0.02 秒。该值越小，你绘值的图形就会越平滑，但是你硬盘上的图形文件可能会变得很大。切记 ETAP 会在整个仿真过程中以这个时间间隔记录绘图信息。比如：如果你指定一个 0.001 秒的仿真步长，绘图步长是 10，并且总时间为 20 秒，ETAP 就会把 $20/(0.001*10)=2000$ 这么多点写给硬盘，这可能会是一个非常大的绘图文件，这个大小取决于被绘制的机器和母线数目。这里的最大值是 1000。

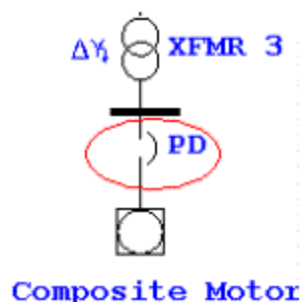
暂态稳定动作注释： (Notes on Transient Stability Actions)

1. 不允许打开和关闭连接负荷电机与母线的保护设备 (断路器， 开关或者熔断器)。

如果在暂态稳定分析案例动作列表（来自 ETAP 3.0

版本以前已经转换的工程）中有这样一种设备，程序将从列表中删除该设备或者忽略。

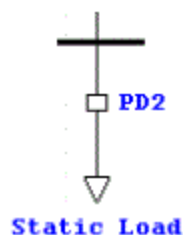
相同的规则应用于电压继电器或者频率继电器编辑器互锁列表中的设备。



2. 暂态稳定程序不能添加或者删除静态负荷。

在暂态稳定编辑器动作列表中不包含静态负荷。只有通过保护设备动作来添加或者从系统中切除。

对于从 ETAP 3.0 版本以前转换而来的工程中包含这样的动作，ETAP 在暂态稳定分析时将从列表中清除那些动作并忽略它们。



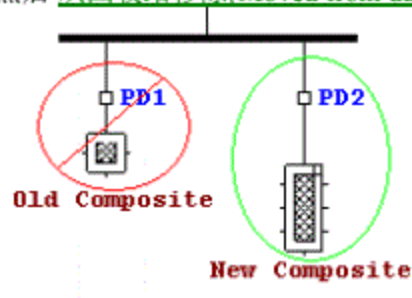
3. 在暂态稳定程序中不允许双向开关(SPDT)动作。

对于从 ETAP 3.0 版本以前转换而来的工程中包含这样的动作，ETAP 将从暂态稳定分析案例编辑器动作列表中清除那些动作并忽略它们。

4. 忽略已经连接到 老的复合网络(old Composite Network) 的外部引脚上的保护设备操作。

如果希望打开和关闭已经连接到外部引脚的保护设备的动作，需要替换 ETAP 3.0 以前的版本中转换文件所包含的复合网络。

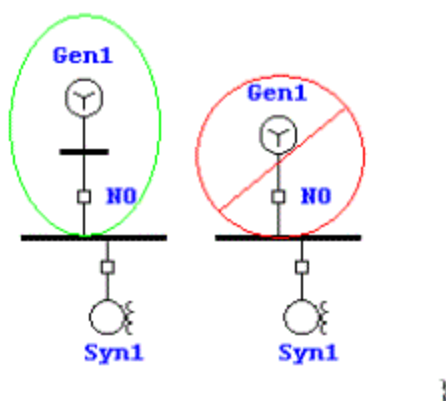
注意： ETAP 不能自动转换复合网络。为了替换复合网络，需要添加一个新的复合网络。老的复合网络的内容需要被 剪切(Cut) 然后 从回收站移除(Moved from dumpster) 到新的复合网络中。



Transient Stability Analysis

5. 不允许添加一个电源（同步发电机或者等效电网）通过保护设备直接与系统相连接。

在暂态稳定分析期间，为了在系统中添加电源，电源必须连接到一条终端母线上。



6. 忽略一个完全不带电系统中的所有设备动作。

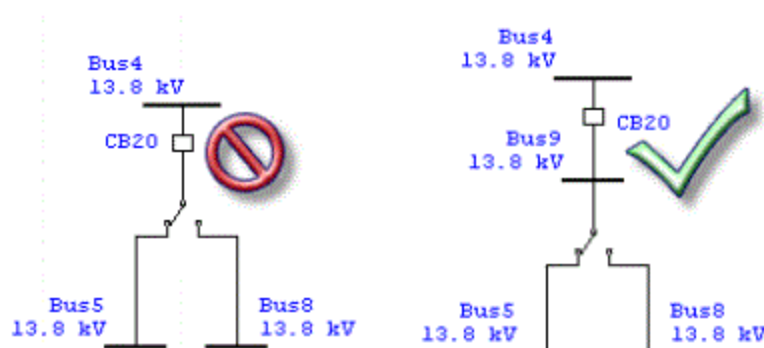
在暂态稳定分析模拟期间忽略不带电的 subsystems 的设备动作。

7. 忽略不带电配电板或者单相馈线的负荷。

对于最初不带电的配电板或者单相馈线而言，ETAP 不计算它们的负荷。所以，关闭这样的设备，将不带任何负荷。

8. 忽略连接到双向开关的设备上的开关运行。

当单向开关或断路器没有经过母线直接连接到一个双向开关上时，单向卡管或断路器的动作将被忽略。如果它们之间插入了母线，程序将考虑此动作。



9. 忽略没有加压的配电板或者单相馈线负荷。

Transient Stability Analysis

对于一个初始的不加压配电板或单相的馈线，它的负荷不被计算。因此，当这样一个元件打开，它不带任何负荷。

10. 在以下情况下，感应电机不应被动态模拟。

- a. 在感应电机模型页中电机定义为“没有”
- b. 在感应电机模型页中电机定义为“转矩滑差曲线”模型
- c. 在分析案例模型页中电机小于所定义的电压等级的功率
- d. 电机通过一个 VFD 装置连接到母线

11. 在以下情况下，同步电机不被动态模拟。

- a. 在感应电机模型页中电机定义为“没有”
- b. 在分析案例模型页中电机小于所定义的电压等级的功率
- c. 电机通过一个 VFD 装置连接到母线

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

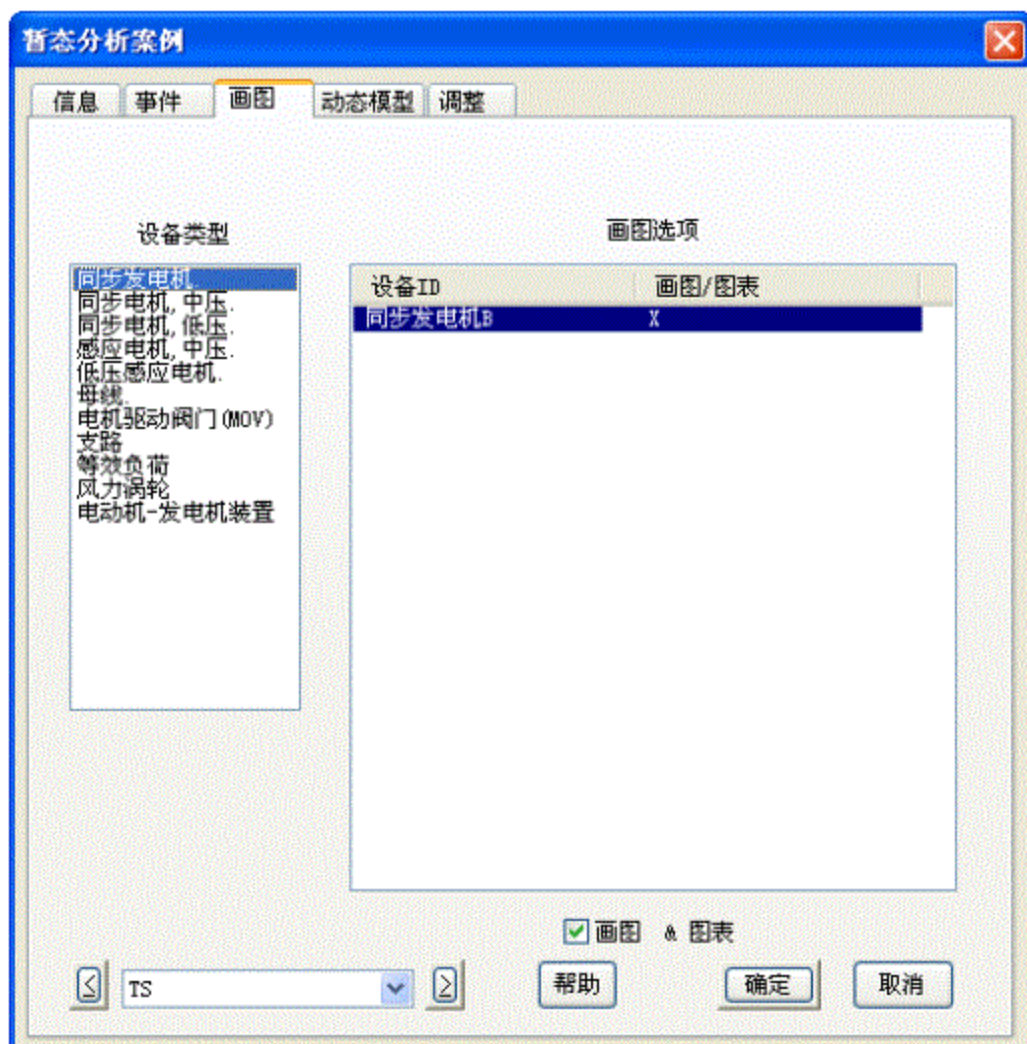
[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.2.4 图形属性页(Plot Page)

在该属性页中将提供给您选择暂态稳定分析结果制成图形的设备。



设备类型(Device Type)

选择一种设备类型。

同步发电机(Syn. Generators)

电机组全部由同步发电机组成。

中压同步电动机(Syn. Motors, MV)

电机组全部由额定值为 1.0 kV 及以上的同步电机组成。

Transient Stability Analysis

低压同步电动机(Syn. Motors, LV)

电机组全部由额定值低于 1.0 kV 的同步电机组成。

中压感应电机(Ind. Machines, MV)

电机组全部由额定值等于 1.0 kV 及以上的感应电机组成。

低压感应电机(Ind. Machines, LV)

电机组全部由额定值低于 1.0 kV 的动态模型感应电机组成。

母线(Buses)

由所有母线组成的设备组。

电机驱动阀门(MOVs)

由初始打开或闭合状态的电机驱动阀门组成的设备组。

支路(Branches)

由不同类型支路组成的设备组，母连开关除外。

等效负荷(Lumped Loads)

所有等效负荷组成的组。注意：只有在没有动态模型的情况下等效负荷图表是可用的。

风轮机 (Wind Turbine)

该设备组包含所有的风轮机。

图形选项(Plot Options)

一旦选择了一个电机或设备组，所有设备都显示在图形选项中供您选择。

设备名称(Device ID)

除了非动态模型电机外的可选电机组或设备组的设备组名称。

图形/列表 (Plot/Tabulation (column))

点击该栏来为一个特定设备选择或不选图形/图表选项。一旦选定这个选项，会在所选设备后显示一个“X”。选择该选项后，在暂态稳定输出报告中显示所选设备的信息，并存储在图形文件中绘成图形。

图形/图表(复选框)(Plot/Tabulation (check box))

这是对所选设备选择图形/图表选项的另一种方法。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

Transient Stability Analysis

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.2.5 动态模型属性页(Dyn Model Page)

如果想动态模拟系统中的同步电动机，感应电动机和等效负荷，该属性页用来作总体设置。电动机分为中压(大于和等于 1.0KV)和低压 (1.0KV 以下)同步和感应电动机组。

暂态分析案例

信息 事件 画图 动态模型 调整

动态模拟

同步电机, 中压.
同步电机, 低压.
感应电机, 中压.
低压感应电机.

☐ 没有动态模拟
☒ 模型电机大于或等于 150 HP/kW

仿真期间动态模拟 (时间 > 0)
☒ 包含 LTC 动作
☒ 包含启动设备

加速电动机的起动负荷
☒ 基于电动机电气额定值
☐ 基于电动机机械负载

恒功率负荷
越限电压 (VLC Limit) 80 % Delta V 5 %

参考电机
☒ 自动指定参考电机
为每一个子系统

同步电机阻尼
☐ 使用标称系统频率
☒ 使用权重电机频率

基于频率的模型
☐ 电机和网络使用频率相关的模型

同步化校核, 以致关闭联络断路器
☒ 自动同步相角
☐ 相角偏离 <
☐ 频率偏差 <
☐ 母线电压偏离 <

凸极机模型
☐ 方法 1 (增强 IEEE)
☒ 方法 2 (IEEE)

应用饱和因子 Sbreak
☐ 非基于频率模型

TS 帮助 确定 取消



在电机的编辑器中设定了动态模型并且选择总体模拟电机组，电机或者等效负荷就可以进行动态模拟。

注意，所有的同步发电机和风轮机都是动态模拟的。

动态模型(Dynamic Modeling)

同步电动机(Syn. Motors, MV)

由所有中压同步电机组成的电机组（额定值在 1.0KV 及以上的）。

同步电动机，低压(Syn. Motors, LV)

由所有低压同步电机组成的电机组（额定值低于 1.0KV）。

感应电机，中压(Ind. Machines, MV)

由所有中压感应电机组成的电机组（额定值在 1.0KV 及以上的）。

Transient Stability Analysis

感应电机, 低压(Ind. Machines, LV)

由所有低压感应电机组成的电机组（额定值低于 1.0KV）。

等效负荷(Lumped Loads)

所有连接在系统中的等效负荷组。

不进行动态模拟(Do Not Model Dynamically)

选择该选项，在暂态稳定分析中不对这组电机进行动态模拟，不管个别电机是否设为动态模型。

模拟大于或等于某值的电机(Model Machines Larger or Equal To)

选择该选项，相应电机组中额定值大于或等于在功率输入值 HP/KW 中所写值的电机就被动态模拟，小于的电机就不被动态模拟。

注意：进行动态模拟的电机在它的编辑器中也应设定为动态模型。

功率 HP/kW(HP/kW)

为可以进行动态模拟的电机设定大小(HP 或 kW)。

模拟过程中的动态模拟(时间>0)(Dynamic Modeling During Simulation (Time>0))

包含 LTC 动作(Include LTC Action)

如果您想在时间>0 秒时完全包含或排除 LTC 操作，请检查此选项，ETAP 将考虑独立的 LTC 初始延时和为带有 LTC 选项(分接头属性页)的变压器指定操作时间。

包含起动设备(Include Starting Device)

如果您想在电动机加速时完全包含或排除起动设备，请检查此选项，ETAP 将考虑电动机加速时起动设备的控制方案。

加速电动机起动负荷(Starting Load for Accelerating Motors)

设定用于加速电动机的负荷转矩与转差模型。

以电动机电气额定值为基准(Based on Motor Electrical Rating)

负荷转矩与转差曲线是以电动机功率额定值为准定义的，即负荷转矩与转差曲线将达到 100% 的同步转速时相应电动机 100% 的功率额定值。

以电动机机械负荷为基准(Based on Motor Mechanical Load)

负荷转矩与转差曲线是以电动机机械负荷为准定义的，即负荷转矩与转差曲线并不成比例。

恒功率负荷(Constant Power Load)

起始电压(VLC 限制)Threshold Voltage (VLC Limit)

Transient Stability Analysis

此项用于控制一个恒功率负荷转换为暂态稳定计算的恒阻抗负荷。如果所连接母线的电压此限制以下, 则所有相关的负荷(恒功率和恒阻抗)将会发生负荷类型转换。VLC 限制单位为百分数。它的典型值为 80%。指定变化范围是 0 到 200%。

三角形电压(Delta V)

为了避免在负荷类型转换过程中电压发生忽然振荡, 在电压边界条件中将会使用范围为 $\pm 5\%$ 的 VCL 限制, 此设置表示如果所连接的母线电压低于 -5% 的 VCL 限制, 恒功率负荷将会转换为恒阻抗负荷。另一方面, 如果所连接母线电压恢复到 $+5\%$ 的 VCL 限制, 则负荷将恢复到恒功率负荷。

参考电机(Reference Machine)

自动配置参考电机(Auto Assign Reference Machine)

此选项将为各个电力子系统自动配置参考电机。此项默认为选中并失效状态。

同步电机阻尼(Synchronous Machine Damping)

使用普通系统频率(Use Nominal System Frequency)

系统正常频率将被使用在平衡方程中来计算电机阻尼功率。此项假设在暂态过程中实际电网频率保持恒定, 当系统存在一个公共电网时通常为上述情况。

使用有利电机的频率(Use Weighted Machine Frequency)

一个等效网络的频率将通过使用在同一子系统中发电机速度的加权平均值来进行计算。同样的频率可以用于平衡方程计算电机的阻尼功率。此项更多地用于没有公共电网并且系统频率在暂态过程中不能确保为恒定状态的系统中。

发电机起动(Generator Start-Up)

在这里为发电机起动分析设定依赖于频率的模型。

复合网络、电动机和发电机的频率基准模式(Frequency Dependent Models for Network, Motors, & Generators)

复合网络、电动机、发电机都将模拟依赖于频率的模型, 进行发电机启动分析必须选择该选项。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

Transient Stability Analysis

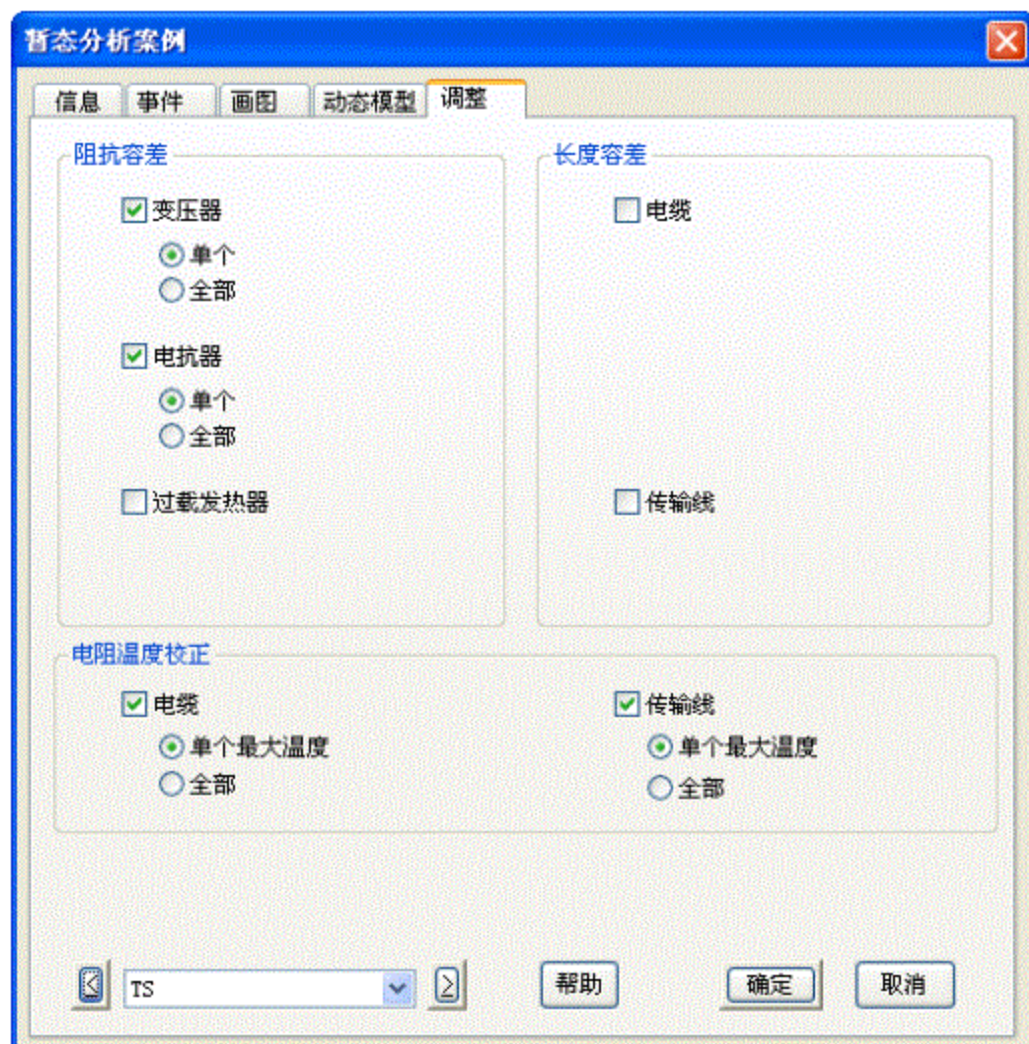
[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.4.6 调整属性页(Adjustments Page)

此属性页允许用户指定长度, 设备电阻和阻抗的容差调整. 各个容差调整基于独立的设备容差设置或基于一个整体的指定值.



阻抗容差(Impedance Tolerance)

此条目允许用户考虑变压器、电抗器和过载发热器的阻抗值的容差调整.

22.4.6.1.1.1 变压器阻抗调整(Transformer Impedance Adjustment)

此调整用于变压器阻抗的调节. 在潮流分析中变压器阻抗的实际结果将通过指定的容差值百分数增加阻抗值. 例如, 如果变压器阻抗为 12%, 而容差为 10%, 则用在潮流分析中的调整阻抗将为 13.2%, 导致更大的损耗.

Transient Stability Analysis

阻抗调整通过使用指定在变压器额定值属性页中的容差值可以用于独立的变压器。一个整体变压器阻抗调整也可以通过在潮流分析案例编辑器的调整属性页中选择并指定一个不为 0% 的整体容差进行设置。整体阻抗调整不考虑任何独立变压器容差值。

22.4.6.1.1.2 电抗器阻抗调整(Reactor Impedance Adjustment)

此调整用于电抗器的阻抗。潮流分析模块通过指定容差百分数导致更大的阻抗和电压降来增大电抗器的阻抗值。例如，如果电抗器阻抗为 0.1 Ohm，容差为 5%，则调整后并只用在潮流计算中的电抗器阻抗为 0.105 Ohm。

阻抗调整通过指定在电抗器编辑器额定值属性页中的容差值应用于独立电抗器。全部电抗器阻抗调整也可以通过在潮流分析案例编辑器的调整属性页中选择并指定一个不为 0% 的整体容差进行设置。整体阻抗调整不考虑任何独立电抗器容差值。

22.4.6.1.1.3 过载发热器电阻(Overload Heater Resistance)

此调整用于过载发热器(OH)。潮流分析模块通过指定容差百分数导致更大的电阻和电压降来增大过载发热器的电阻值。例如，如果过载发热器电阻为 0.1 Ohm，容差为 5%，则调整后并只用在潮流计算中的过载发热器电阻为 0.105 Ohm。

电阻调整通过指定在过载发热器编辑器额定值属性页中的容差值应用于独立过载发热器。一个整体过载发热器电阻调整也可以通过在潮流分析案例编辑器的调整属性页中选择并指定一个不为 0% 的整体容差进行设置。整体电阻调整不考虑任何独立过载发热器容差值。

长度容差(Length Tolerance)

这部分允许用户电缆和传输线长度的容差调整。

22.4.6.1.1.4 电缆长度调整(Cable Length Adjustment)

此调整用于电缆长度。潮流分析模块通过指定容差百分数导致更大的阻抗和电压降来增加电缆长度。例如，如果电缆长度为 200 ft，容差为 5%，则调整后的并在潮流分析中使用的电缆长度将为 210 ft。

电缆长度调整通过指定在电缆编辑器额定值属性页中的容差值应用于独立电缆。一个整体电缆长度调整也可以通过在潮流分析案例编辑器的调整属性页中选择并指定一个不为 0% 的整体容差进行设置。整体电缆长度调整不考虑任何独立电缆容差值。

22.4.6.1.1.5 变压器传输线长度调整(Transmission Line Length Adjustment)

此调整用于传输线长度。潮流分析模块通过指定容差百分数导致更大的阻抗和电压降来增加传输线长度。例如，如果传输线长度为 2 米，容差为 2.5%，则调整后的并在潮流分析中使用的电缆长度将为 2.05 米。

传输线长度调整通过指定在传输线编辑器额定值属性页中的容差值应用于独立传输线。一个整体传输线长度调整也可以通过在潮流分析案例编辑器的调整属性页中选择并指定一个不为 0% 的整体容差进行设置。整体传输线长度调整不考虑任何独立传输线容差值。

电阻温度修正(Resistance Temperature Correction)

Transient Stability Analysis

此条目允许用户基于电缆最大工作温度和传输线导体考虑电阻的修正。各个温度电阻修正是基于独立电缆/传输线最大温度设置或基于一个整体指定值来使用的。

22.4.6.1.1.6 电缆电阻的温度修正(Temperature Correction for Cable Resistance)

此调整用于电缆导体的电阻。潮流分析模块基于最大工作温度调整导体。如果最大温度大于导体的最大额定温度, 则它的电阻将增大。

温度修正可以通过使用设定在电缆编辑器阻抗属性页中的最大工作温度用于独立的电缆。对于整体温度可以通过在潮流案例编辑器调整属性页中的相应条目选择并指定修正一个整体最大温度值进行设置。整体温度修正值不考虑任何电缆阻抗属性页中的独立最大温度。请参阅 12 章(交流编辑器)中电缆编辑器阻抗属性页的相关内容。

22.4.6.1.1.7 传输线电阻的温度修正(Temperature Correction for Transmission Line Resistance)

此调整用于传输线导体的电阻。潮流分析模块基于最大工作温度调整导体。如果最大温度大于导体的最大额定温度, 则它的电阻将增大。

温度修正可以通过使用设定在传输线编辑器阻抗属性页中的最大工作温度用于独立的传输线。对于整体温度可以通过在潮流案例编辑器调整属性页中的相应条目选择并指定修正一个整体最大温度值进行设置。整体温度修正值不考虑任何传输线阻抗属性页中的独立最大温度。请参阅 12 章(交流编辑器)中传输线编辑器阻抗属性页的相关内容。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.5 显示选项(Display Options)

暂态稳定分析显示选项由一页结果属性页和三页注释属性页组成，他们分别是：[交流\(AC\)](#)、[交流-直流\(AC-DC\)](#)和[颜色](#)信息注释。每个分析的注释信息及显示颜色用于特定的分析中。

22.5.6 结果页(Results Page)

在结果属性页中可定义显示在单线图上的计算结果选项。每个绘图时间步长正如从位于动作列表上的时间滑条上选择一样，在单线图上显示这些结果。这些结果包括：母线电压和频率、同步电机功率相角和频率、感应电动机速率和注入电机功率。显示在单线图上的母线，电机和支路数据与存储在图形文件中的数据一样，即在单线图中显示设备的计算结果，母线电压和频率，就应为这条母线绘制图形。你需要从暂态稳定分析案例编辑器-画图页绘图或制表。

母线(Bus)

显示所选母线的计算电压值和频率。

Transient Stability Analysis

22.5.6.1.1.1 电压(Voltage)

选择 KV 或者%为单线图上电压的单位，这里的电压百分比是基于母线额定电压的。

22.5.6.1.1.2 频率(Frequency)

选择 HZ 或%为单线图上母线频率单位，这里的母线频率是基于系统频率的。

同步电机(Syn. Machines)

显示在分析案例中所选绘图的同步电动机和同步发电机的功率相角和频率。

22.5.6.1.1.3 功率相角(Power Angle)

以度或弧度为单位显示电机功率相角。

22.5.6.1.1.4 速率(Speed)

以 RPM 或速率百分数显示同步电机速率

感应电机(Ind. Machines)

22.5.6.1.1.5 转速(Speed)

选择在单线图上显示的以 RPM 或滑差百分数表示的感应电机速率。滑差百分数的计算如下：

$$\% \text{ Slip} = 100 \times \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s}$$

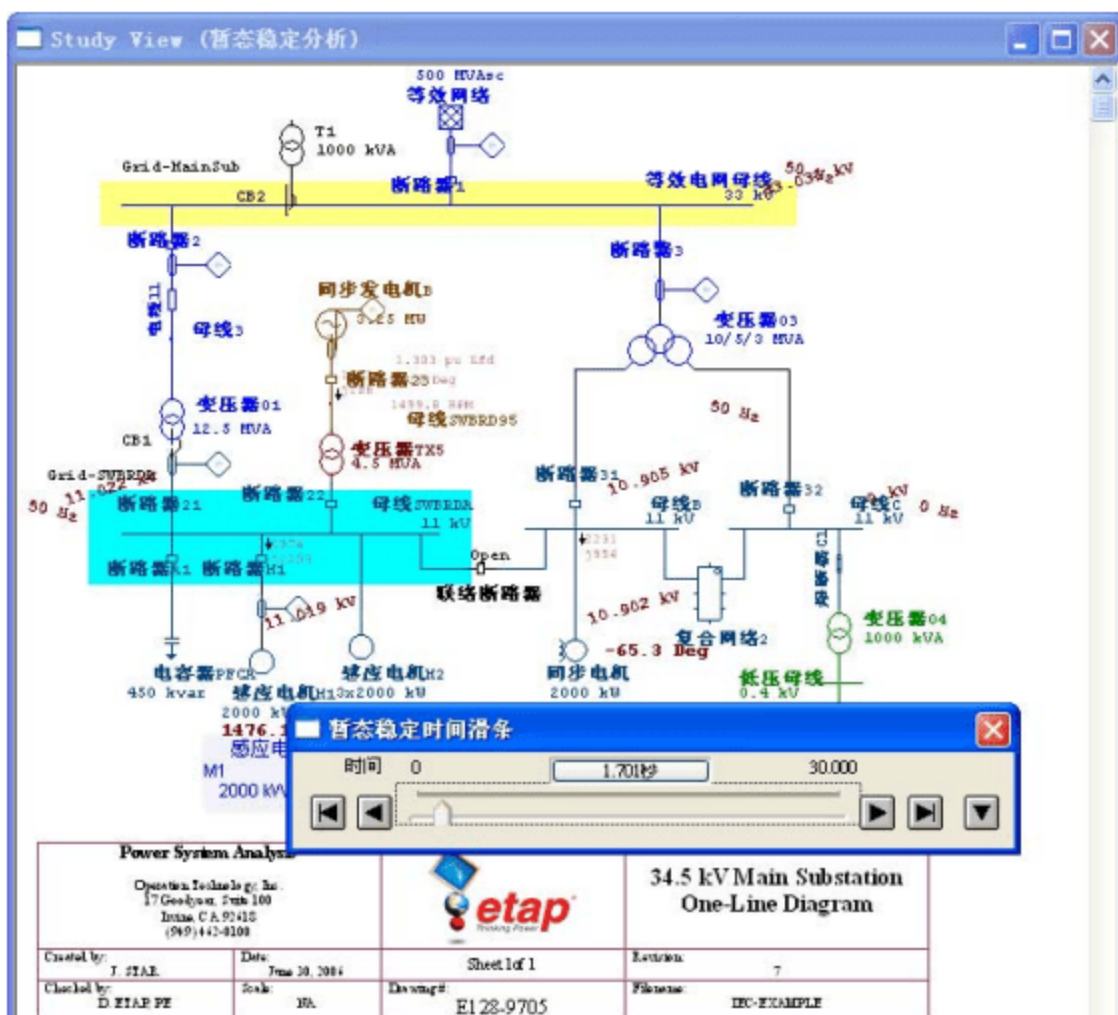
潮流(Power Flows)

以(kW+jkvar 或 MW+jMvar)或 (kVA 或 MVA)带或者不带 PF 或 Amp 带或者不带 PF 为单位显示电机潮流。

显示单位>Show Units)

选择该标题下的复选框，以显示结果的单位。

Transient Stability Analysis



暂态分析结果在 1.38 秒时显示在单线图上

选项编辑器页 (Option Editor Pages)

[AC Page 交流页](#)

[AC-DC Page 交流-直流页](#)

[DC Page 直流页](#)

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

Transient Stability Analysis

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.6 计算方法(Calculation Methods)

22.6.6 暂态稳定算法

进行电力系统暂态稳定分析是一个综合性的任务。它要求有电机动态模型的知识，电机控制系统模型（如励磁系统，自动电压调节器，调速器和涡轮/发电机系统和电力系统稳定器）的知识，以及电网模型，数学计算和电力系统机电平衡现象的理论。这些课题的讨论远远超过了这本指南的范围。在这部分中我们简单介绍电力系统稳定分析的基础和核心理论及其在 ETAP 中的应用。

服从标准 (Standard Compliance)

ETAP 暂态稳定分析模块完全遵从下列标准的最新译文。

- IEEE 标准 1110™-2002, 在功率系统稳定分析里的同步发电机模型实行和应用的 IEEE 指导
- IEEE 标准 421.5-2002, 功率系统稳定分析的励磁系统模型的 IEEE 操作规程建议

进行电力系统暂态稳定分析的目的(Purpose for Performing Transient Stability Study)

电力系统的动态特性在系统设计和运行时有很大的意义。暂态稳定分析确定了系统中电机功率相角和速率偏离，系统电力频率，电机输入有功和无功功率，传输线和变压器注入功率，以及母线电压等级。这些系统指标都为系统稳定评估提供了依据。计算结果显示在单线图中，也可制成图形或打印。对于暂态稳定分析，应该模拟系统中对系统运行有重大影响的电机组。总的仿真时间应足够长以便获取确定的稳定结果。

电力系统稳定定义(Power System Stability Definition)

电力系统稳定是在整个正常和非正常运行情况下确保电力系统机电平衡的一个特性。

因为电力系统稳定是一个机电平衡，所以它被定义为在系统各种位置指定的一个同步机在如故障或清除故障这样的扰动下保持同步的能力。同样的它也显示了系统中感应电机在扰动后保持转矩来带动负荷的能力。

同步电机功率相角(Synchronous Machine Power Angles)

同步电机在电力系统稳定中起到决定性的作用，因为在干扰期间或干扰之后，它们功率相角都会振荡从而导致系统功率振荡。根据这些振荡额定值的不同，系统的机电平衡可能被破坏或产生不稳定现象发生。所以电力系统稳定有时候也指同步电机功率相角稳定。

以下两个方程式经常在电力系统暂态稳定分析中引用：

转矩方程（发电机）(Torque Equation (Generator Case))

$$T = \frac{\pi P^2}{8} \phi_{air} F_r \sin \delta$$

其中

$$T = \text{机械轴转矩}$$

Transient Stability Analysis

P	=	极数
ϕ_{air}	=	气隙磁通量
F_r	=	转子磁场密度 MMF
δ	=	功率 (转子) 相角

这个转矩方程定义了机械转矩，定子电压，励磁系统和功率相角之间的关系。他们中任何一个改变都会导致功率相角的自我调整到一个新的位置。

平衡方程 (发电机) (Swing Equation (Generator Case))

$$M \frac{d^2 \delta}{dt^2} + D \frac{d\delta}{dt} = P_{mech} - P_{elec}$$

其中

M	=	惯量常数
D	=	整定常数
P_{mech}	=	输入机械功率
P_{elec}	=	输出功率

平衡方程表明了功率相角是机械功率和功率之间平衡的函数。系统中任何破坏这种平衡的变化都会导致功率相角在振荡的方式下瞬时改变到新的位置。这种振荡通常叫做功率相角摆动。

稳定极限 (Stability Limits)

电力系统有两种稳定极限：静态稳定极限和暂态稳定极限。

22.6.6.1.1.1 静态稳定极限 (Steady-State Stability Limit)

静态稳定就是系统在逐渐变化或很小的变化的条件下的系统稳定。这种稳定可在稳态运行的潮流计算中发现，或如果有系统变化或干扰由暂态稳定分析决定。在小的或一般性的干扰后，所有的同步电机都达到稳态运行条件或接近于干扰前的运行条件，系统认为是静态稳定的。同步电机的静态稳定极限是：它的功率相角要小于 90 度。

22.6.6.1.1.2 暂态稳定极限 (Transient Stability Limit)

暂态或动态稳定就是系统在突然变化或干扰如短路，发电机故障，负荷突然变化，线路跳闸或其它类似的故障时或故障后系统的稳定性。如果在严重的干扰后，同步电机都没有失去同步的达到稳定运行参数，则该系统是动态稳定的。同步电机的暂态稳定极限是：它的功率相角要小于 180 度。

不稳定问题的原因 (Causes of Instability Problems)

引起电力系统不稳定问题的主要原因包括但不限于以下几种：

- 短路
 - 与主网系统失去连接
 - 失去发电网中的一部分 (发电机断开)
 - 启动一台对系统发电容量有很大影响的电动机
- 23 传输线，电容器等的开关操作

Transient Stability Analysis

- 负荷影响(电动机和静态负荷)
- 负荷或发电机的大幅度突然变化

不稳定问题的后果(Consequences of Instability Problems)

电力系统不稳定问题的后果经常是非常严重的，可能导致设备的长久性损坏和停止，并导致整个区域电力系统瓦解。下面是一些典型的后果：

- 整个区域中断供电
- 负荷中断
- 低压情况
- 对设备的损坏
- 继电器和保护设备故障

电力系统暂态稳定的加强(Power System Transient Stability Enhancement)

根据系统中不稳定问题的原因，可以使用一些加强措施来提高系统稳定。典型方法如下：

- 提高系统配置和设计
- 增加同步功率
- 设计并选择转动设备——使用感应电动机，增加转动惯量，减少暂态阻抗，提高电压调节器和励磁机特性
- 使用电力系统稳定器 (PSS)
- 增加系统保护 – 快速故障清除，系统隔离等
- 增加负荷保护配置

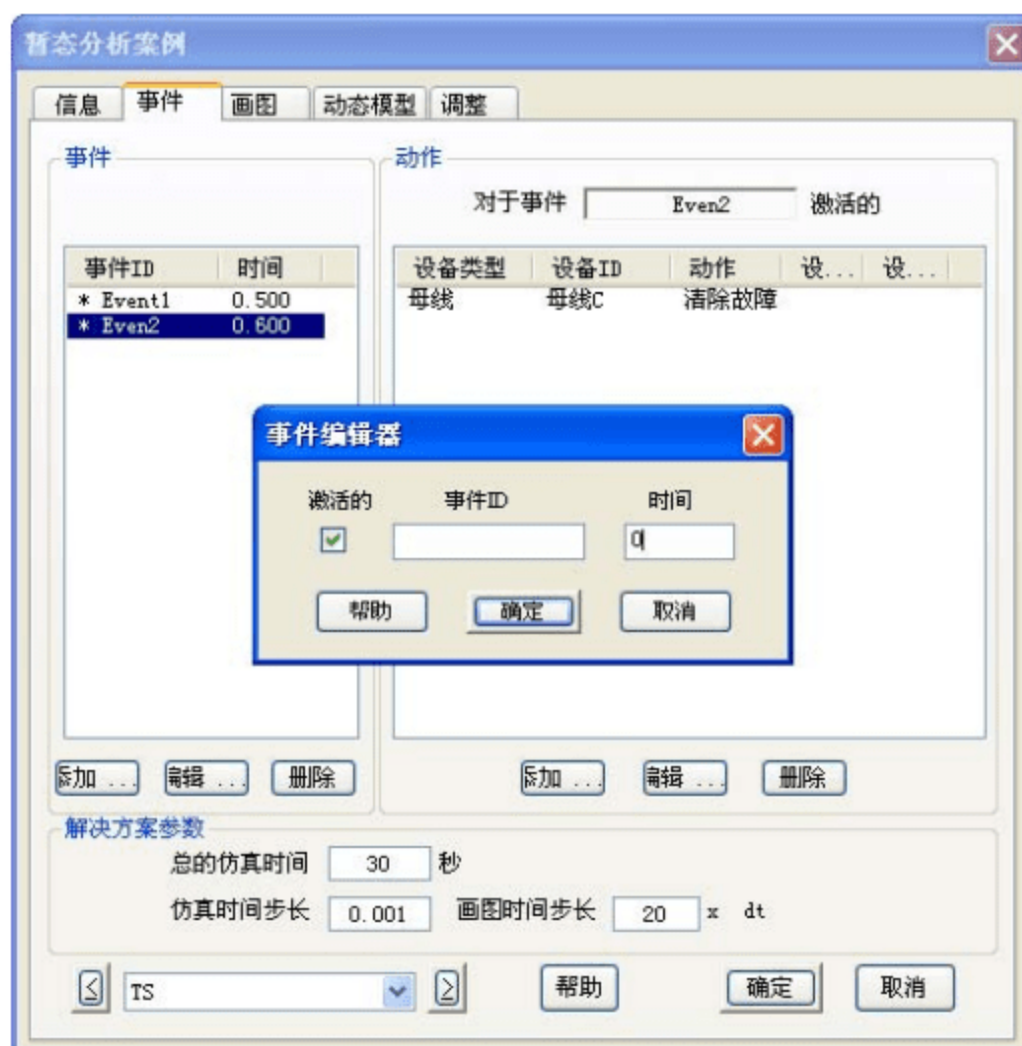
注意上面所推荐的每种方法都需要仔细考虑，建议再运行一次系统分析，因为这些方法所带来的变化也可能影响系统潮流，短路和电动机启动结果。

时间事件和动作模拟(Simulation of Time Events and Actions)

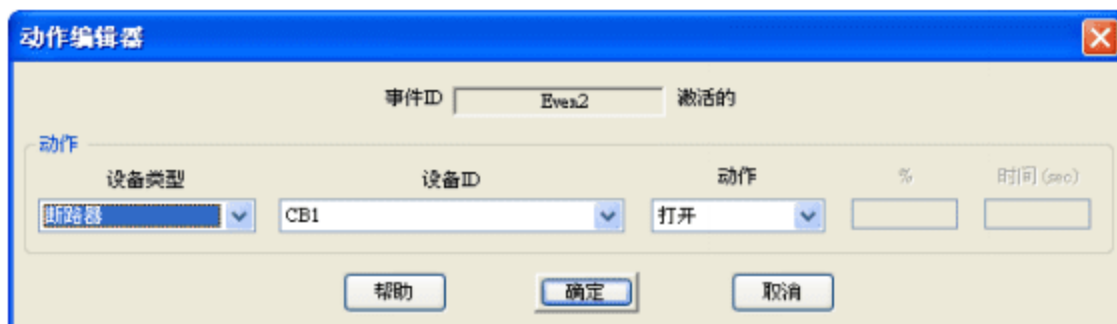
暂态稳定分析实际上是时域内的动作驱动模拟。在不同时刻（事件）指定一个动作。有两种方法来定义事件和动作，一个是用暂态稳定分析案例编辑器中的事件编辑器和动作编辑器定义，另一个是用继电器控制动态动作。

使用暂态稳定分析案例编辑器时，应给出动作列表和动作发生的准确时间间隔。这一类型中的动作类型包括所有的预定动作如发电机启动和停止，发电机控制模式变化，负荷增加和切除，电动机加速，电机驱动阀门启动及其它类型。当为某个已现存事件(如系统记录故障)模拟系统响应时，用户也可使用这种动作类型，因为记录故障的发生时间和期限都是已知的。设定这种类型动作时，用户首先在暂态稳定分析案例编辑器中的事件编辑器中创建一个新的事件，事件页如下：

Transient Stability Analysis



然后，用户可以使用同一页中动作编辑器增加这个事件的动作。

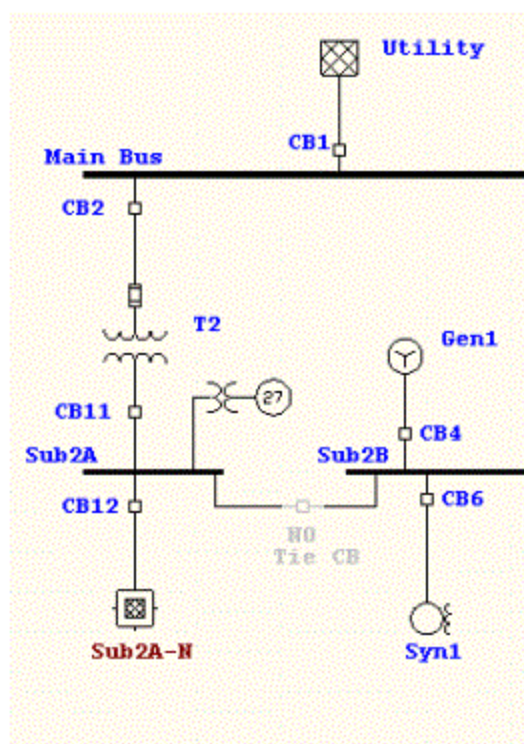


继电器动作(Relay Operation)

然而，在电力系统中，许多动作发生是没有事先通知的，它们是由传感器和继电器控制的。例如，一旦继电器量测电流超过设定值时，电流继电器跳闸。另一种情况是，用一个电压继电器根据它所监控的电压值和设定的上限和下限的比较来控制断开或闭合电路断路器。这些动作都没有一个准确的发生时间而是根据系统的动态响应和继电器设定来发生的。因此，通常采用第二种方法，

Transient Stability Analysis

即继电器控制动作。要使用继电器控制动作，用户要根据继电器类型来增加一个继电器并通过一个电压互感器或电流互感器连接到单线图。然后在继电器编辑器中，用户设定继电器控制电路断路器名称，控制设定，延迟时间，和其它与继电器运行相关的数据。在暂态稳定模拟过程中，如果达到一个继电器的设定情况，它会控制电路断路器自动动作。这种方法无需进行动作时间预设，这与真正电力系统的运行有相同之处。下面两幅图是使用继电器控制动作的例子。第一个图中，假设 CB2 或 CB11 因为变压器 T2 故障跳闸，导致变电站 Sub2A-N 失去供电。在 Sub2A-N 和临近母线 Sub2B 之间用母线连接，用户可在母线 Sub2A-N 中装一个电压继电器 (27) 监控母线电压幅值并在必要时闭合电路断路器的常开节点。



用户可设定电压继电器在欠压 65%时动作，在 0.1 秒继电器延迟时间后并闭合母连开关。电压继电器的设定如下图：



其它继电器, 如:逆功率继电器, 频率继电器 (Frequency Relay), MV 固态脱扣继电器 (MV Solid State Trip Relay), 定向继电器和电机继电器将遵循在正确动作过程中的某一连接逻辑.

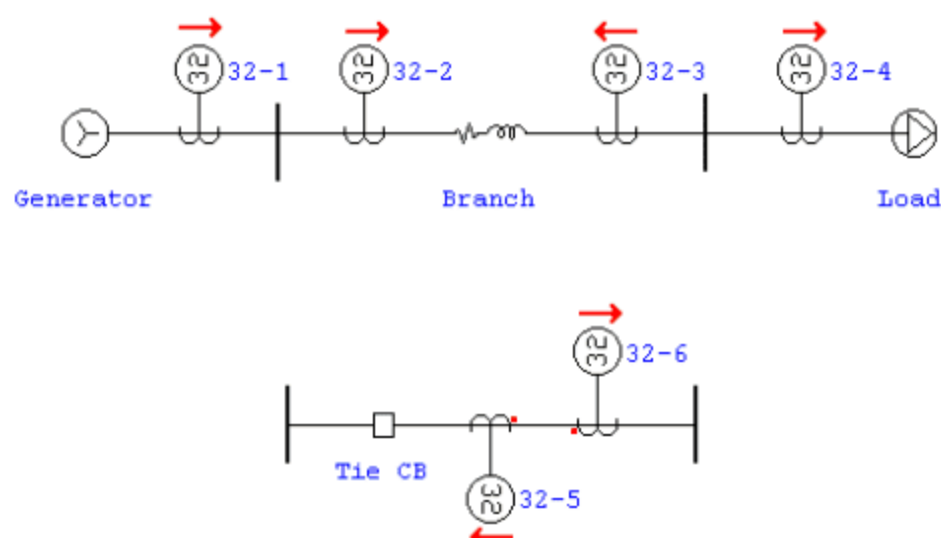
逆功率继电器的运行(设备 32) (Operation of Reverse Power Relay (Device 32))

设备 32 使用一个预先确定的基准方向来估计在单线图中电流的流向.

继电器	连接	常规潮流
32-1	发电机	从发电机到母线
32-2	从支路	从母线到支路
32-3	从支路	从母线到支路
32-4	负载	从母线到负载
32-5 & 32-6	回路断路器	从节点到末端

以下图表显示了连接到电源、支路、负荷和固定的回路断路器的继电器参考电流方向。

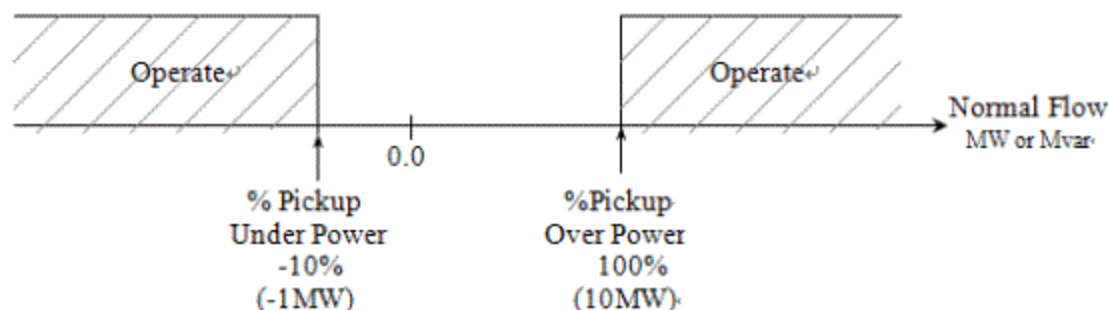
Transient Stability Analysis



考虑下列继电器 32-1 的设置



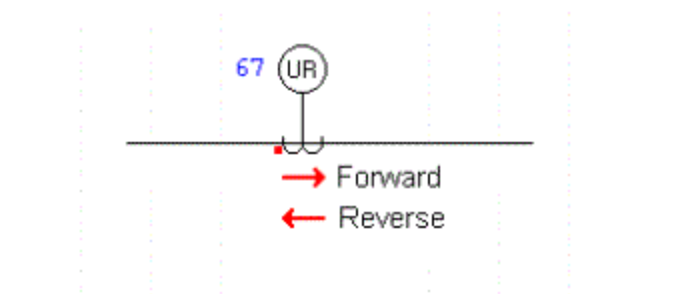
Transient Stability Analysis



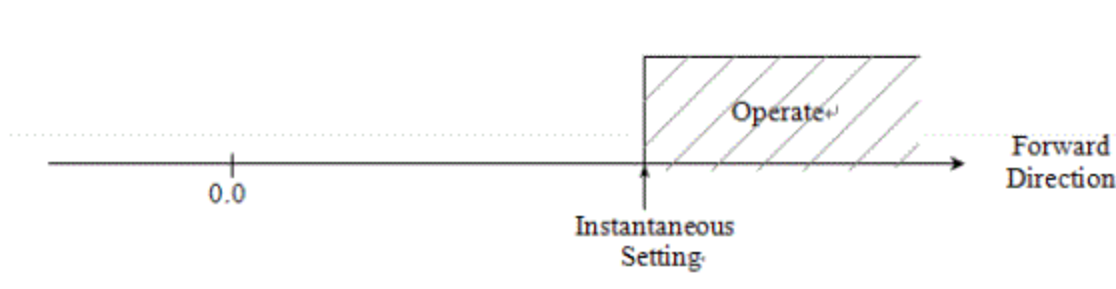
因此, 继电器在 10MW 和 -1 MW 的范围内不工作. 而在此范围外正常工作.

定向继电器的运行(设备 67)(Operation of Directional Relay (Device 67))

设备 67 与设备 32 一样, 都使用一个预先确定的基准方向来估计在单线图中电流的流向和 CT 的极性(dot). 考虑一个带有激活的设备 67 的 UR 设备. 无论设备 67 连接在何处, 它将遵循 CT 的极性. 参考方向 CT 的一极(dot)到另一端为正向.



因此, 如果继电器以正向开始工作, 它的工作范围如下图所示:



多功能继电器的运行(设备 49/50/51)(Operation of Multifunction Relays (Device 49/50/51))

暂态稳定跳闸信号只能基于任何继电器, 相继继电器和 49/50 元件传递. 多功能继电器, 如: UR 将使用以下逻辑来感知跳闸电流. 注意: 多功能继电器只能基于瞬时设置跳闸. 过流设置将被暂态稳定忽略. OCR(x)表示正在使用的过流等级. 例如: OCR(1)表示带有 OC1 设置的 OCR.

继电器元件	水平/区域	跳闸 (选择了瞬时设置)
任何	任何	跳闸 OCR(1) 和 OLR

Transient Stability Analysis

相	任何	跳闸 OCR(1)
任何或相	OCR(1)	跳闸 OCR(1)
49/50	任何	跳闸 OLR
49/50	OCR(1)	没有
任何, 相或 49/50	OCR(2)	没有
没有选择数据库		
任何或相	任何或 OCR(x)	跳闸 OCR(1)
49/50	任何或 OCR(x)	跳闸 OLR

如果没有选择数据库数据, 则 OC 水平将忽略. 仅基于**相或 49/50** 设置, 就可以发送跳闸信号了.



如果已经选择了数据库数据, 则 ETAP 将只考虑两种水平/区域 – **任何或 OC1**

如果选择了数据库数据并且继电器已被激活, 将不发送跳闸信号. 例如, 如果输出为 **49/50, 水平=(任何)**和 **49/50** 没有激活, 则没有跳闸信号被发送.

如果输出为任何, 且没有激活**水平=(任何或 OC1)** 和**瞬时(相和 49/50)**, 则将没有跳闸信号发送.

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dvn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

Transient Stability Analysis

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.4.2 需求数据(Required Data)

进行暂态稳定分析，必须有所有的潮流计算数据。另外，还要有电机动态模型数据，负荷模型数据，和控制单元如励磁机和调速器数据等。暂态稳定计算所需数据有：

母线数据(Bus Data)

- 母线名称
- 额定电压 kV
- 负荷调整系数 (当负荷选项设定为最大和最小调整系数时)

支路数据(Branch Data)

23.4.6.1.1.1 2 绕组和 3 绕组变压器(2-Winding and 3-Winding Transformers)

- 变压器名称
- 母线连接
- 额定电压 KV 和功率 MVA
- 正序阻抗和 X/R
- 阻抗变化
- 阻抗容差
- 固定分接头 和有载分接头控制 (LTC) 设置
- 分接头和变压器带载调压分接头设定
- 标准正序或负序连结的相移，或者用户定义结构的相移

23.4.6.1.1.2 电缆 (Cable)

- 电缆名称
- 母线连接方式
- 长度，单位和容差
- 导体相数
- 电缆型号，额定电压 Kv 和尺寸（数据库被使用）
- 电缆正序阻抗，电抗和电纳值(基于用户输入数据)
- 阻抗单位
- 基本温度和最小温度

23.4.6.1.1.3 传输线(Transmission Line)

- 传输线名称
- 母线连接方式
- 长度，单位和容差
- 导体相位，接地线和配置参数（来自于数据库或者用户输入）（计算数值被使用）
- 导线正序阻抗,电阻和电纳值（用户定义值被使用）
- 阻抗单位
- 基本温度和最小温度

Transient Stability Analysis

23.4.6.1.1.4 阻抗(Impedance)

-
- 阻抗名称
- 母线连接方式
- 正序阻抗, 电阻和电纳值
- 单位和相关参数

23.4.6.1.1.5 电抗器(Reactor)

- 电抗器名称
- 母线连接方式
- 正序阻抗, X/R
- 容差

保护设备数据(Protective Device Data)

- 保护设备名称
- 母线和支路连接方式
- 状态

电流互感器/电压互感器数据(CT/PT Data)

- 电流互感器/电压互感器名称
- 母线或支路或电源或负荷连接方式
- 主要和次要额定值

继电器数据(Relay Data)

- 继电器名称
- CT/PT 连接方式
- 设置, 单位, CB 名称, 动作, 电压继电器延时 (27) 和频率继电器延时 (81)
- 设备, 名称, 动作, 设置, 启动, 逆功率继电器时滞 (32)
- 脱扣元件, 设备, 名称, 动作, MV 固态脱扣继电器 (SST) 的瞬时启动
- 继电器元件, Level/Zone, 设备, 名称, 动作, 瞬时切断范围, 脱扣, 电动机继电器 (MR) 和 过载继电器 (OCR) 时滞

等效电网数据(Power Grid Data)

- 等效电网名称
- 母线连接方式
- 运行模式(平衡节点、电压控制, 无功 Mvar 控制或 PF 控制)
- 额定电压 kV
- 发电种类名称以及每种的相关数据
- 平衡节点模式的电压百分比%V 和相角
- 电压控制模式的电压百分比%V, 有功发电和 无功 Mvar 极限 (Qmax 和 Qmin)
- 无功控制模式的有功 MW 和无功 Mvar 发电, 以及无功 Mvar 极限 (Qmax 和 Qmin)
- PF 控制模式的有功 MW 发电, 操作 PF 百分比和无功 Mvar 极限 (Qmax 和 Qmin)
- 三相短路容量 MVAsc 和抗阻比 X/R

同步发电机数据(Synchronous Generator Data)

- 同步发电机名称
- 母线连接
- 运行模式(平衡节点、电压控制, 无功 Mvar 控制或功率因数控制)
- 额定功率 MW
- 额定电压 kV
- 额定功率因数百分比%PF
- 额定容量 MVA
- 额定效率百分比%Eff
- 极数
- 发电类型名称和每种类别的相关数据
- 平衡节点模式的电压百分比%V 和相角
- 电压控制模式的电压百分比%V, 有功 MW 发电和 无功 Mvar 限值 (Qmax 和 Qmin)
- 无功控制模式的有功 MW 和无功 Mvar 发电以及 无功 Mvar 限值 (Qmax 和 Qmin)
- 动态模型类型 (没有、等值电路、暂态或次暂态)
- 转子类型 (隐极或凸极)
- 等值电路的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q , X_l , X/R , T_{do}'
- 隐极电机暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q' , X_q , X_l , X/R , T_{do}' , T_{qo}'
- 隐极电机次暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q'' , X_q' , X_q , X_l , X/R , T_{do}'' , T_{do}' , T_{qo}'' , T_{qo}'
- 凸极电机暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q' ($= X_q$), X_q , X_l , X/R , T_{do}'
- 凸极电机次暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q'' , X_q' ($= X_q$), X_q , X_l , X/R , T_{do}'' , T_{do}' , T_{qo}''
- S_{break} , S_{100} , S_{120} , H 和阻尼系数
- 原动机转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 联轴器转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 发电机转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 包括张力系数效应的阻尼系数 D1 和 D2, 弹性系数 K1 和 K2
- 固定励磁器或励磁器类型和所有相关参数或用户自定义动态模型(UDM) 励磁器模型名称
- 非调速器 (没有) 或者调速器类型和所有相关参数或用户自定义动态模型(UDM) 调速器模型名称
- 非电力系统稳定器 (PSS) (没有) 或者电力系统稳定器 (PSS)类型和所有相关参数或用户自定义动态模型(UDM) 电力系统稳定器 (PSS)模型名称

同步电动机数据(Synchronous Motor Data)

- 同步电动机名称
- 母线连接
- 状态和相关的请求因数
- 数量
- 额定功率 kW/hp
- 额定电压 kV
- 额定功率因数和 100%, 75%, 和 50%负荷时的功率因数
- 额定效率和 100%, 75%, 和 50%负荷时的效率因数
- 每种类型的负荷类型名称 和% 负荷
- 设备电缆数据

Transient Stability Analysis

- 等值电路的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q , X_l , X/R , T_{do}'
- 隐极电机暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q' , X_q , X_l , X/R , T_{do}'
- 隐极电机次暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q'' , X_q' , X_q , X_l , X/R , T_{do}'' , T_{do}' , T_{qo}'' , T_{qo}'
- 凸极电机暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q' ($= X_q$), X_q , X_l , X/R , T_{do}'
- 凸极电机次暂态模型的 X_d'' , X_d' , X_d , X_q'' , X_q' ($= X_q$), X_q , X_l , X/R , T_{do}'' , T_{do}' , T_{qo}
- S_{break} , S_{100} , S_{120} , H 和阻尼系数
- 电动机转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 联轴器转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 负荷转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 包括张力系数效应的阻尼系数 $D1$ 和 $D2$, 弹性系数 $K1$ 和 $K2$
- 固定励磁器或励磁器类型和所有相关参数或用户自定义动态模型(UDM) 励磁器模型名称
- 负荷转矩类型 (没有, 多项式或者曲线)
- 选择多项式或者曲线负荷转矩类型时的来自库里的负荷模型
- 每种类型的启动类型名称和启动负荷百分比%
- 启动设备类型和相关参数

感应电机数据(Induction Machine Data)

- 感应电机名称
- 母线连接
- 应用类型 (电动机或发电机)
- 数量
- 额定功率 kW/hp
- 额定电压 kV
- 额定 kW/HP
- 额定滑动百分比%或者转速
- 额定 % Slip 或转速
- 极数
- 额定功率因数和 100%, 75%, 和 50%负荷时的功率因数
- 额定效率和 100%, 75%, 和 50%负荷时的效率因数
- 每种类型的负荷类型名称 和% 负荷
- 设备电缆数据
- 模型类型 (没有或者 CKT)
- Model type (None or CKT)
- Single1 CKT 模型的 X_{lr} , X_{oc} , X/R 和 T_{do}'
- Single1 CKT 模型的 R_s , X_s , X_m , $R_{r,fl}$, $R_{r,lr}$, $X_{r,fl}$ 和 $X_{r,lr}$
- DBL1 和 DBL2 CKT 模型的 R_s , X_s , X_m , R_{r1} , R_{r2} , X_{r1} 和 X_{r2}
- 电动机转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 联轴器转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 负荷转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 包括张力系数效应的阻尼系数 $D1$ 和 $D2$, 弹性系数 $K1$ 和 $K2$
- 负荷转矩类型 (没有, 多项式或者曲线)
- 选择多项式或者曲线负荷转矩类型时的来自库里的负荷模型
- 每种类型的启动类型名称和启动负荷百分比%
- 启动设备类型和相关参数

Transient Stability Analysis

HV 直流链接库(HV DC Link Data)

- 元件名称
- 额定页上暂态稳定计算需求的所有数据
- 反用换流器电流容限 (I_m)

SVC 数据(SVC Data)

- 元件名称
- 额定电压(K_v)
- 感应额定量 (Q_L , I_L , B_L 三者之一)
- 电容额定量 (Q_C , I_C , B_C 三者之一)
- 最大感应额定 量($Q_{L(Max)}$, $I_{L(Max)}$ 两者之一)
- 最大电容额定量($Q_{C(Min)}$, $I_{C(Min)}$ 两者之一)

注意: Q_C , $Q_{C(Min)}$ 和 B_L 必须作为负值输入

风涡轮发电机数据(Wind Turbine Generator Data)

- 风涡轮发电机名称
- 母线连接
- 状态和相关需求因数
- 数量
- 额定功率 kW/MW , 电压 kV, 功率因数百分比 %PF,, 额定效率百分比%Eff 和极数
- 每种类型的负荷类型名称和负荷百分比%
- 模型类型 (没有或者 CKT)

- **注意:** 如果选择没有该项, 会作为恒定功率发电机模拟

- Single2 CKT 模型的 R_s , X_s , X_m , R_r , I_r , R_r , I_r , X_r , I_r 和 X_r , I_r
- 涡轮空气动力 和功率系数 C_p
- 风力扰动和 Avg. Base 速度
- 逆变器和 斜率控制
- 电动机转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 联轴器转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)
- 负荷转速(RPM), 惯量(WR^2)或者时间常数(H)

电机驱动阀门数据(MOV Data)

- 电机驱动阀门名称
- 母线连接
- 初始状态和相关需求因数
- 数量
- 额定功率 kW/hp
- 额定电压 kV

Transient Stability Analysis

- 额定功率因数
- 额定效率
- 额定转矩
- 锤击和小型开关标志
- 鼠笼转子(LR), 无负荷 (NL), 正常情况, 额定转矩 (额定 T)电流百分比%, 功率因数百分比 %PF 和时间期限
- 每种类型的负荷类型名称和 % 负荷
- 设备电缆数据
- 状态, 就绪或没有就绪和行进的电压极限百分数

静态负荷数据(Static Load Data)

- 静态负荷 名称
- 母线连接
- 数量
- 状态和相关需求因数
- 额定电压 kV
- 额定容量 kVA/MVA
- 额定功率因数
- 每种类型的负荷类型 名称和% 负荷
- 设备电缆数据

等效负荷数据(Lumped Load Data)

- 等效负荷名称
- 母线连接
- 状态和相关需求因数
- 额定电压 kV
- 模型类型
- 常规模型的额定容量 kVA/MVA 和额定功率因数百分比 %PF 或者 额定功率 kW/MW 和额定无功容量 kvar/Mvar 和负荷类型 (恒定容量 kVA 百分比%和恒定阻抗 Z 百分比%)
- 依据容量 kVA/MVA, 功率 kW/MW, 无功容量 kvar/Mvar, 功率因数百分比 %PF 和负荷类型 (恒定容量 MVA 百分比%, 恒定阻抗 Z 百分比%和恒定电流 I 百分比%) 失衡负荷的相 A, B 和 C 或者相 AB, BC 和 CA 负荷的额定量
- 指数级负荷的 P0, Q0, a, b, Kpf 和 Kqf
- 多项式级负荷的 P0, Q0, p1, p2, p3, q1, q2, q3, Kpf 和 Kqf
- 全面负荷的 P0, Q0, a1, a2, b1, b2, p1, p2, p3, p4, p5, q1, q2, q3, q4, q5, Kpf1, Kpf2, Kqf1, 和 Kqf2
- 每种类型的负荷类型名称和负荷百分数
- 动态模型参数 Ta 和 γ

电容器数据(Capacitor Data)

- 电容器名称
- 母线连接方式
- 状态和相关需求因数
- 额定电压 kV
- 无功 Mvar/组和组数

Transient Stability Analysis

- 每种类型的负荷类型名称 和负荷百分比%
- 设备电缆数据

配电板计划 (Panel Schedule)

- 配电板计划名称
- 相连接
- 内部链接（负荷）的每相额定量 (回路)
- 外部链接（负荷）的连接和负荷
- 每相（回路）的各个负荷类型名称和负荷百分比%

谐波滤波器数据(Harmonic Filter)

- 谐波滤波器名称
- 母线连接
- 状态
- 滤波器类型
- 电容器额定电压 kV 和三相无功
- 电抗器 X_L 和 Q 因数
- 电阻 R（如果有的话）
- 接地连接

后备电源数据(UPS Data)

- 后备电源名称
- 母线连接
- 状态和相关需求因数
- 额定交流功率 kW/MW
- 额定交流输入和输出电压 kV
- 额定功率因数百分比%和额定效率百分比%
- 每种类型的负荷名称 和 负荷百分比%

变频器数据(VFD Data)

- 变频器名称
- 母线和负荷连接

变频器在暂态稳定分析中暂不考虑。

充电器数据(Charger Data)

- 充电器名称
- 母线连接
- 状态和相关需求因数
- 额定交流容量 KVA/MVA
- 额定交流电压 kV
- 额定功率因数百分比%和额定效率百分比%
- 每种类型的负荷类型名称和负荷百分比 %

逆变器数据(Inverter Data)

暂态稳定分析中不模拟逆变器。

分析案例(Study Case Parameters)

- 分析案例名称
 - 最大迭代次数
 - 方案精确度
 - 加速因子
 - 应用变压器相移标记
 - 初始负荷类型
 - 初始负荷条件(运行 P, Q 标记)
 - 初始发电机类型
 - 初始发电机条件(运行 P, Q, V 标记)
 - 负荷调整系数 (没有, 母线最大值, 母线最小值或整体)
 - 整体负荷调整系数的恒定容量 kVA, 恒定阻抗 Z, 恒定电流 I 和 普通负荷
 - 充电器负荷条件 (来自于工作负荷的负荷类型)
 - 初始电压条件 (用母线初始电压或者用户自定义的定值)
 - 运用用户自定义定值时的电压大小和相角
 - 事件和动作
 - 总的仿真时间
 - 绘图时间
 - 绘制设备或元件
 - 动态模拟信息
 - 仿真过程 (变压器 LTC) 中的动态模拟信息
 - 加速电动机信息的启动负荷
 - 恒定功率负荷变换信息
 - 涉及机器选择标志
 - 同步电机阻尼模拟信息
 - 电机标志的频率
 - 调整信息
- 分析案例参数在暂态稳定分析案例编辑器中输入。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

Transient Stability Analysis

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.3 输出报告(Output Reports)

22.3.1 暂态稳定输出报告 (Transient Stability Output Report)

ETAP 根据用户的需求提供了暂态稳定分析全面详细的结果。分析结果以三种不同的形式出现：一个 Crystal Report™风格的输出报告显示，一个单线图显示和曲线图显示。

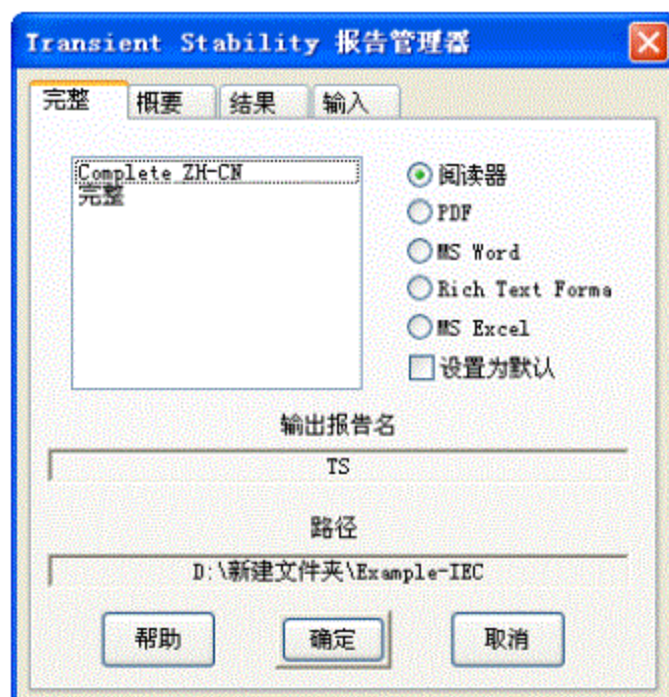
注意：在 ETAP 5.0 中，文本报表形式的暂态分析报告是无效的。Crystal reports™可以使用输出功能输出文本形式的报告。

暂态稳定报告管理器(Transient Stability Report Manager)

点击暂态稳定工具条的查看输出文件按钮打开暂态稳定报告管理器。编辑器为报告文本提供了五种格式。分别是水晶报告格式视图，PDF 格式，MS Word 文档格式，Rich Text 格式和 MS Excel 格式。暂态稳定报告管理器包含四页。

完整属性页(Complete Page)

从这页中选择报告格式，获得完整的输出报告。在完全报告属性页下提供两种可用的格式。



完整页 (Complete Page)

完全报告给出了系统和分析案例的全部信息。它包括系统总结，母线，支路和电机输入数据，初始潮流和中间潮流结果，所选画图设备的暂态响应表格形式和动作列表。下面是完全报告的第一页。

Transient Stability Analysis

工程:	IEC Example	ETAP	页:	1	
地点:	Irvine, California	7.1.0T	日期:	27-01-2010	
合同:	987654321		SW:	TPA-CHEBA	
工程师:	OTI	分析案例:	TS	版本:	Base
文件名:	EXAMPLE-IEC		配置:	Normal	

This is the remarks first line and it appears in the header of every report.

电网友好分析程序

暂态稳定性分析

初始负荷类型 (A):	Design
初始发电类型 (A):	Design
负荷调整系数:	没有

	平衡	电压控制	总功	备注
母线段数:	1	1	0	10

	双端电压	双端电压	通过电压源和输出/电压	阻抗	阻抗保护	SPOT	备注
支路数:	10	1	1	0	0	0	10

	同步	功率	同步	异步	等效负荷	备注
电机数:	1	1	1	1	0	1

初始潮流算法:	加速潮流-谢尔
最大迭代次数:	2000
初始潮流的算法精度:	0.0000010000
初始潮流加速因子:	1.15
积分时间步长 (A/S):	0.0010
调整时间步长:	20 时间步长 (A/S)
系统频率:	50.00 Hz
电机和网络不同频率相关的模型	
单位系统:	MVA/M
数据文件名:	EXAMPLE-IEC
输出文件名:	D:\新建文件夹\Example-IEC\TS.TS1

输入页(Input Page)

你可以从该页选择输出报告提供给你的输入数据格式。在输入报告页下有 21 个可用报告。



调整报告(Adjustments Report)

调整报告将给出了分析过程中的容差设置。

支路零序阻抗报告(Branch Zero Sequence Z Report)

此报告给出了所有支路的零序阻抗值。

支路报告 (Branch Report)

支路报告给出了所有支路单位长度阻抗和支路连接关系。

母线报告 (Bus Report)

母线报告给出了所有母线输入数据，包括名称，电压额定值，发电机负荷和动力负荷。

电缆报告 (Cable Report)

电缆报告给出了所有电缆输入数据，包括名称，长度，阻抗和电纳。

概述报告 (Cover Report)

概述报告给出了系统和分析的全部信息。

励磁报告 (Exciter Report)

励磁报告给出了励磁系统和自动调压系统的输入数据。

调速器报告 (Governor Report)

调速器报告给出了发电机/涡轮机和调速系统的输入数据。

Transient Stability Analysis

高电压直流连结报告(High Voltage DC Link Report)

高压直流连结报告给出了高压直流的额定值和动态模型数据等相关输入数据。

阻抗报告 (Impedance Report)

阻抗报告给出了所有阻抗支路的输入数据。

感应式电机报告 (Induction Machines Report)

感应式电机报告给出了所有的感应式电机输入数据，包括它们的额定值，电机模型和负荷模型参数。

等效负荷报告(Lumped Load Report)

等效负荷报告给出了所有等效负荷的输入数据, 其中也包含了等效负荷动态模型数据。

电机报告 (Machine Report)

电机报稿给出了所有电机输入数据及其模型参数。

PSS 报告 (PSS Report)

PSS 报告给出了所有 PSS 系统的输入数据。

电抗器报告 (Reactor Report)

电抗器报告给出了所有电抗支路的输入数据。

继电器报告 (Relay Report)

继电器报告给出了所有继电器的输入数据及其所控制的保护设备信息。

启动感应电动机报告 (Starting Ind Motors Report)

启动感应电动机报告给出了所有要加速的感应电动机的输入数据。

启动电机驱动阀门报告 (Starting MOVs Report)

启动电机驱动阀门报告给出了所有要启动电机驱动阀门的输入数据。

静态无功补偿器报告(SVC Report)

SVC 报告给出了所有静态无功补偿器的输入数据。

同步电机报告(Synchronous Machines Report)

同步电机报告给出了所有的同步电机输入数据，包括它们的额定值，电机模型，励磁器和调速器或者负荷模型参数。

系统独立索引报告(System Islanding Index Report)

系统独立索引报告包含了关于各个子系统的区域的信息。

变压器报告 (Transformer Report)

变压器报告给出了所有 2 绕组变压器和 3 绕组变压器的输入数据。

Transient Stability Analysis

下面是来自同步电机报告的样板报告：

2-Winding Transformer Input Data

Transformer	Rating					Z Variation			% Tap Setting Adjusted			Phase Shift		
	ID	kVA	Prim. kV	Sec. kV	% Z	I/R	+ %Z	- %Z	% Tol.	Prim.	Sec.	% I	Type	Angle
变压器01		12,500	22.000	11.000	8.35	18.60	0	0	0	-2.500	0	8.1500	Std Pos. Seq.	0.00
变压器04		1,000	11.000	0.400	1.00	1.79	0	0	7.5	0	0	5.1750	Std Pos. Seq.	0.00
变压器T1		1,000	11.000	0.400	1.00	1.79	0	0	0	0	0	5.0000	Std Pos. Seq.	0.00
变压器T2		1,000	11.000	0.400	1.00	1.79	0	0	0	0	0	5.0000	Std Pos. Seq.	0.00
变压器T15		4,500	6.600	11.000	7.15	12.14	0	0	0	0	0	7.1500	Std Pos. Seq.	0.00

2-Winding Transformer Grounding Input Data

Transformer	Rating			Grounding									
	ID	kVA	Prim. kV	Sec. kV	Conn.	Type	kV	Imp	Ohm	Type	kV	Imp	Ohm
变压器01		12,500	22.000	11.000	D/Y					Solid			
变压器04		1,000	11.000	0.400	Y/Y	Solid				Solid			
变压器T1		1,000	11.000	0.400	D/Y					Solid			
变压器T2		1,000	11.000	0.400	D/Y					Solid			
变压器T15		4,500	6.600	11.000	D/Y					Open			

3-Winding Transformer Input Data

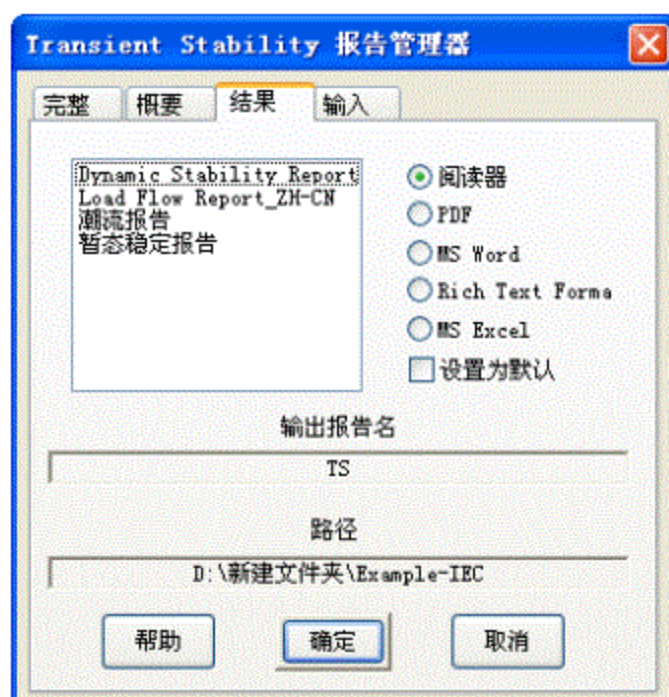
Transformer	Rating			Tap	Impedance			Z Variation			Phase Shift		
	ID	Winding	kVA	kV	%	% Z	I/R	kVAh	% Tol.	+ %Z	- %Z	Type	Angle
变压器02		Primary:	10,000	33.000	0	Z _{ps} =	8.00	15.00	10,000	0	0		
		Secondary:	5,000	11.000	0	Z _{st} =	7.00	12.00	10,000	0		Std Pos. Seq.	0.000
		Tertiary:	3,000	11.000	0	Z _{st} =	7.00	12.00	10,000	0		Std Pos. Seq.	0.000

3-Winding Transformer Grounding Input Data

Transformer	Rating			Conn.	Grounding			
	ID	Winding	kVA	kV	Type	Type	kV	Imp Ohm
变压器02		Primary:	10,000	33.000	Wye	Solid		
		Secondary:	5,000	11.000	Wye	Solid		
		Tertiary:	3,000	11.000	Delta			

结果页(Result Page)

从该属性页中您能够选择分析结果输出报告中提供的报告格式。在结果报告页中提供两种报告。



动态稳定报告 (Dynamic Stability Report)

动态稳定报告列举了模拟期间所选设备的动态响应。

潮流报告 (Load Flow Report)

潮流报告给出了初始和中间的潮流结果。
下面是动态稳定报告的样板报告。

Transient Stability Analysis

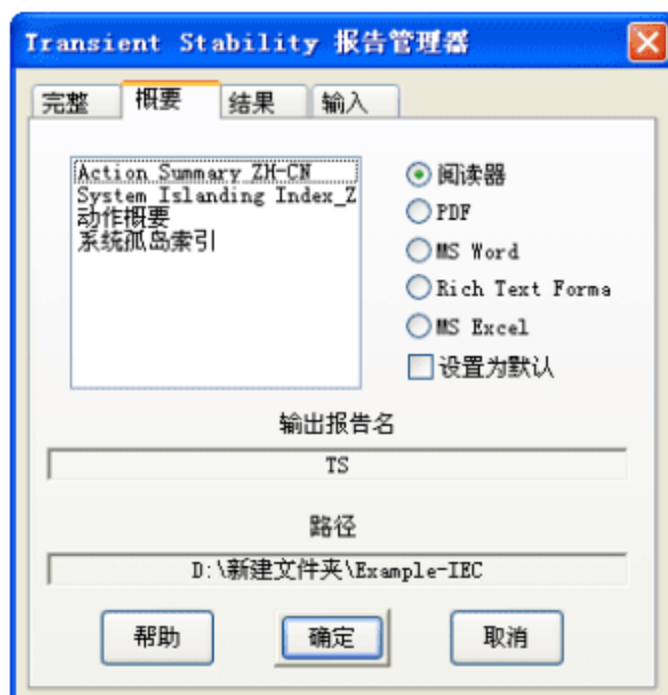
动态稳定性

设备ID:	同步发电机B
设备类型:	Syn. Gen.

[illegible]

总结页(Summary Page)

从该属性页中您能够选择总结输出报告提供的报告格式。在总结报告页中提供里两种报告。



Transient Stability Analysis

动作总结报告 (Action Summary Report)

动作总结报告给出了分析期间所有发生的动作总结。
下面是动作总结报告的样板报告。

Action Summary				
Event ID	Time (Sec)	Device Type	Device ID	Action
Event1	0.500	Bus	母线C	3 Phase Fault
Current Relay	0.573	Protective Device	断路器32	Open
Even2	0.600	Bus	母线C	Clear Fault

系统独立索引报告(System Islanding Index Report)

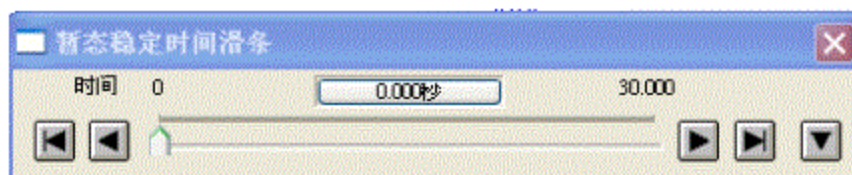
系统独立索引报告包含了关于各个子系统的区域的信息。

22.4 单线图显示结果(One-Line Diagram Displayed Results)

除了这个文本报告外，ETAP 在单显图上显示了暂态稳定计算结果。

22.4.1 暂态稳定时间滑条(Transient Stability Time-Slider)

一旦暂态稳定分析完成，暂态稳定时间滑条就显示在配置和模拟工具条中。尺度范围从 0 秒到最后模拟时间。开始时指示针在滑条左侧，表示时间为 0。可以点击前进或后退箭头按钮来一格一格的移动指针，或点击下个或先前 TS 动作箭头按钮移动指针到下个或先前动作。你也可以一直拖着鼠标使指针到指定的位置。相对指针位置的时间也显示在标尺旁边的地方。沿着标尺移动指针时，显示结果也相应改变，这种方法可以迅速的检查计算结果。



单线图只显示选择图形选项的设备。根据设备类型的不同，计算结果显示方式定义如下：

母线(Buses)

- **电压** – 母线电压幅值为 kV 或百分数
- **频率** – 母线频率显示为 HZ 或百分数

同步发电机(Syn. Generators)

- **相关功率相角** – 同步发电机功率(转子)相角单位是度或弧度
- **频率** – 同步发电机频率显示为 HZ 或百分数
- **Efd** – 同步发电机磁场强度
- **有功和无功功率** – 同步发电机电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 同步发电机总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 同步发电机终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步发电机产生的功率因数

中压同步电动机(Syn. Motors, MV)

- **相关功率相角** – 同步电动机功率(转子)相角单位是度或弧度
- **频率** – 同步电动机频率显示为 HZ 或百分数
- **电压** – 同步电动机终端电压表示为 kV 百分数(仅仅存在装备电缆时才显示)
- **有功和无功功率** – 同步电动机电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 同步电动机总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 同步电动机终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

低压同步电动机(Syn. Motors, LV)

- **相关功率相角** – 同步电动机功率(转子)相角单位是度或弧度
- **频率** – 同步电动机频率显示为 HZ 或百分数
- **电压** – 同步电动机终端电压表示为 kV 百分数(仅仅存在装备电缆时才显示)
- **有功和无功功率** – 同步电动机电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 同步电动机总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 同步电动机终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

中压感应电机(Ind. Machines, MV)

- **速率** – 感应电机速率表示为 RPM 或/ slip
- **电压** – 感应电机终端电压表示为 kV 百分数(仅仅存在装备电缆时才显示)
- **有功和无功功率** – 感应电机电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 感应电机总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 感应电机终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

低压感应电机(Ind. Machines, LV)

- **速率** – 感应电机速率表示为 RPM 或/ slip
- **电压** – 感应电机终端电压表示为 kV 百分数(仅仅存在装备电缆时才显示)
- **有功和无功功率** – 感应电机电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 感应电机总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 感应电机终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

电机驱动阀门(MOV)

- **有功和无功功率** – 电机驱动阀门电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 电机驱动阀门总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 电机驱动阀门终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

支路(Branches)

- **有功和无功功率** – 电机驱动阀门电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 电机驱动阀门总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 电机驱动阀门终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

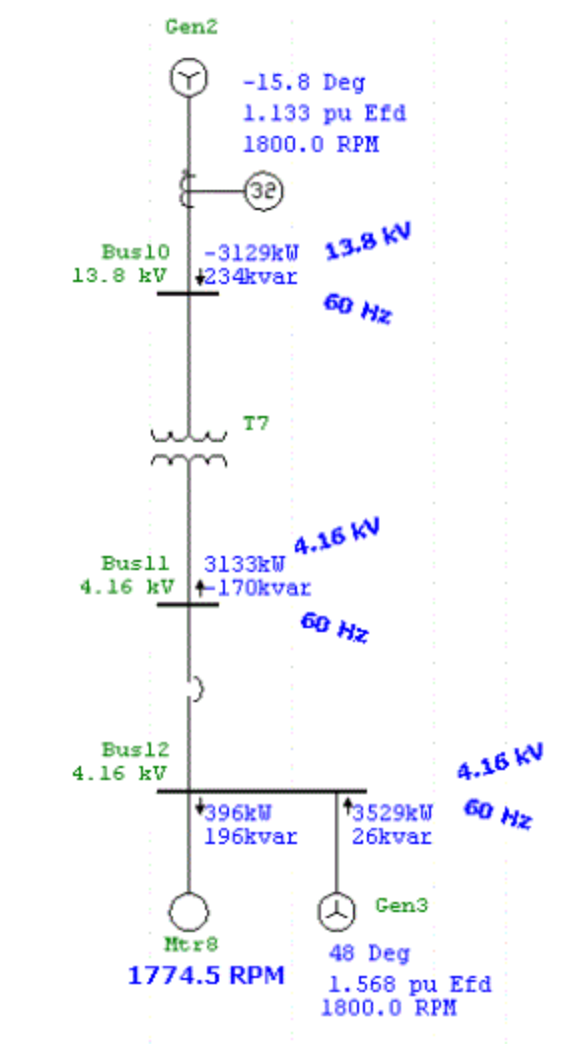
等效负荷(Lumped Load)

- **有功和无功功率** – 电机驱动阀门电力功率 kW+jkvar 或 MW+jMvar
- **总功率** – 电机驱动阀门总功率 kVA 或 MVA
- **电流** – 电机驱动阀门终端电流 Amp
- **功率因数 PF** – 选择视在功率或者电流显示时的同步电动机负荷功率因数

Transient Stability Analysis

显示结果的单位在暂态稳定显示选项的结果页中定义。

以下是一个单线图显示暂态稳定分析的例子。



[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

Transient Stability Analysis

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

22.5 暂态稳定画图(Transient Stability Plots)

ETAP 提供模拟图形以便您通过图形检查计算结果。查看模拟图形：点击暂态稳定工具条中的暂态稳定图形按钮。会弹出一个暂态稳定图形选择对话框，如下，您可设定想要查看的设备和图形类型。



设备类型(Device Type)

选择一种绘图的设备类型。

设备名称(Device ID)

从该栏中选择绘图的设备 (每次不超过 16 个设备)。该表中包含在分析案例编辑器中选择的绘图设备。

图形类型(Plot Type)

选择图形类型，不同设备类型有不同的图形类型。

同步发电机(Syn. Generators)

- **功率相角(相对)**– 考虑相关机器的同步发电机功率相角(度数)
- **功率相角(绝对)**– 同步发电机绝对功率相角(度数)

Transient Stability Analysis

- **速度** – 同步发电机速度(RPM)
- **MW mechanical** – 同步发电机机械功率(MW)
- **MW** – 同步发电机电功率(MW)
- **Mvar** – 同步发电机无功功率(Mvar)
- **电流** – 同步发电机终端电流(Amp)
- **Efd** – 同步发电机磁场电压强度
- **Ifd** – 每单位同步发电机磁场电流
- **电机 Z** – 同步发电机终端阻抗相对电机基本阻抗的百分比

中压同步电动机(Syn. Motors, MV (medium voltage motors))

- **功率相角(相对)** – 考虑相关机器的同步电机功率相角(度数)
- **功率相角(绝对)** – 同步电机绝对功率相角(度数)
- **速度** – 同步电动机速度(RPM)
- **机械 MW** – 同步电动机机械功率(MW)
- **MW** – 同步电动机功率(MW)
- **Mvar** – 同步电机无功功率(Mvar)
- **电流** – 同步电动机终端电流(Amp)
- **母线电压** – 同步电动机所连母线电压或者母线额定电压的百分数
- **终端电压** – 同步电动机终端电压或者母线额定电压的百分数
- **电机 Z** – 同步电动机终端阻抗相对电机基本阻抗的百分比

低压同步电动机(Syn. Motors, LV (low voltage motors))

- **功率相角(相关)** – 考虑相关机器的同步电动机功率相角(度数)
- **功率相角(绝对)** – 同步电动机绝对功率相角(度数)
- **速度** – 同步电动机速度(RPM)
- **机械 MW** – 同步电动机机械功率(MW)
- **MW** – 同步电动机功率(MW)
- **Mvar** – 同步电机无功功率(Mvar)
- **电流** – 同步电动机终端电流(Amp)
- **母线电压** – 同步电动机所连母线电压或者母线额定电压的百分数
- **终端电压** – 同步电动机终端电压或者母线额定电压的百分数
- **电机 Z** – 同步电动机终端阻抗相对电机基本阻抗的百分比

中压感应电机(Ind. Machine, MV (medium voltage machines))

- **Slip** – 感应电机转差率%
- **加速转矩** – 感应电机加速功率 MW
- **MWm** – 感应电机机械功率 MW
- **MWe** – 感应电机功率 MW
- **Mvar** – 感应电机无功功率(Mvar)
- **电流** – 感应电机终端电流 Amp
- **母线电压** – 感应电机所连母线电压或者母线额定电压的百分数
- **终端电压** – 感应电机终端电压或者母线额定电压的百分数
- **电机 Z** – 感应电机终端阻抗相对电机基本阻抗的百分比

低压感应电机 Ind. Machine, LV (low voltage machines)

- **Slip** – 感应电机转差率%
- **加速转矩** – 感应电机加速功率 MW
- **MW_m** – 感应电机机械功率 MW
- **MW_e** – 感应电机功率 MW
- **Mvar** – 感应电机无功功率(Mvar)
- **电流** – 感应电机终端电流 Amp
- **母线电压** – 感应电机所连母线电压或者母线额定电压的百分数
- **终端电压** – 感应电机终端电压或者母线额定电压的百分数
- **电机 Z** – 感应电机终端阻抗相对电机基本阻抗的百分比

母线(Buses)

- **电压相角** – 母线电压相角(度)
- **频率** – 母线频率相对系统频率的百分数
- **MW** – 母线有功负荷 MW
- **Mvar** – 母线无功负荷 Mvar
- **电压/Hz** – 母线额定电压/HZ 百分比或者系统频率 Hz
- **电压** – 母线电压幅值或者母线额定电压的百分数

电机驱动阀门(MOVs)

- **kvar** – 电机驱动阀门 无功负荷(kvar)
- **kW** – 电机驱动阀门 有功负荷(kW)
- **电流** – 电机驱动阀门电流(Amp)
- **母线电压** – 电机驱动阀门所连母线电压或者母线额定电压的百分数
- **终端电压** – 电机驱动阀门终端电压或者母线额定电压的百分数

等效负荷(Lumped Load)

- **MW** – 等效负荷 有功负荷(MW)
- **Mvar** – 等效负荷无功负荷(Mvar)
- **电流** – 等效电流(Amp)
- **电压** – 等效负荷所连母线电压或者母线额定电压的百分数

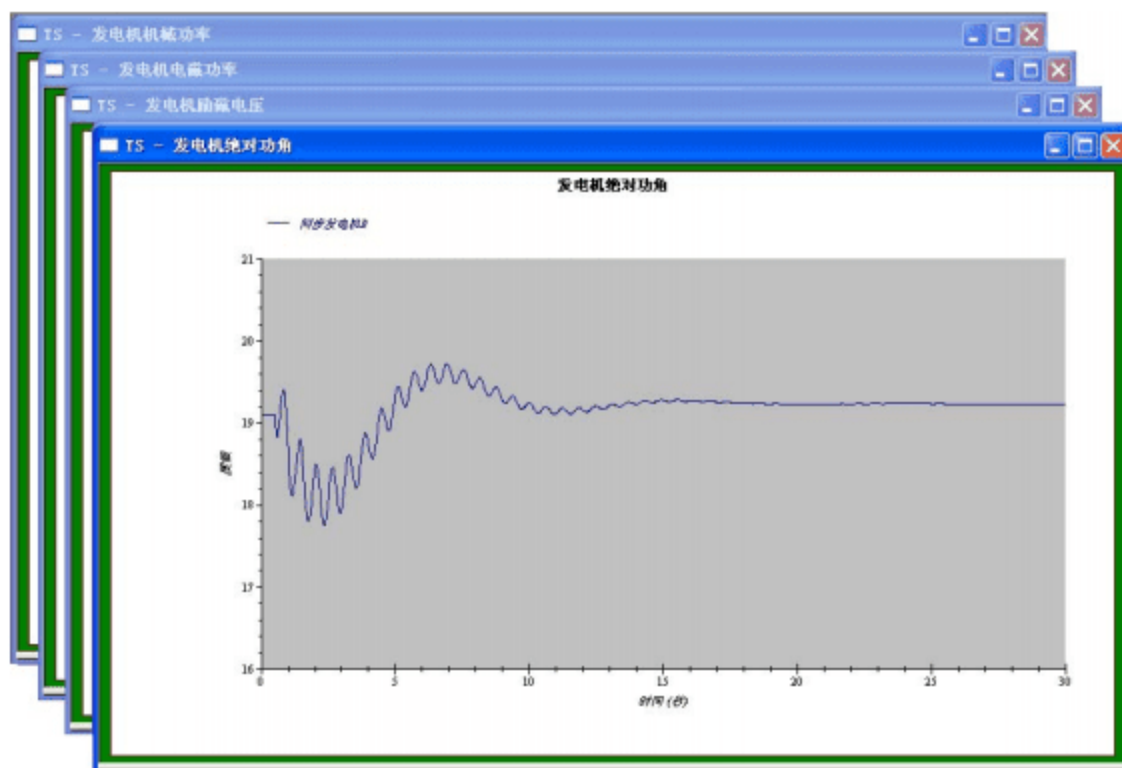
风力涡轮机(Wind Turbine)

- **MW** – 风力涡轮机有功功率(MW)
- **Mvar** – 风力涡轮机无功功率(Mvar)
- **电流** – 风力涡轮机输出电流
- **终端电压** – 风力涡轮机终端电压
- **速度** – 风力涡轮机速度(m/s)
- **风速** – 风速(m/s)
- **机械 MW** – 风力涡轮机机械功率(MW)
- **螺旋角** – 转子叶片螺距角

注意，同步电动机和感应电机的终端电压也显示在单线图 中。

Transient Stability Analysis

以下是一个同步电机暂态稳定分析的图形例子：



时间基准(Time Base)

以秒或者周期为画图时间基准选择一项。

电压画图(Voltage Plots)

以电压或者母线额定电压为电压画图单位选择一项。

绘制两个所选设备的不同(Plot the Difference between 2 Selected Devices)

仅仅在有两个母线被选择时该选项才处于激活状态。



激活 Diff. (Active Diff.)

该复选框是在所选的两个母线之间为所有的适宜曲线绘制它们的区别。
按下这个按钮就会通过计算两母线的不同来确定位置。

图形分割(Plot Segment)

一段图形可以通过定义 T 开始和 T 结束进行选定。几个图形的综合也是可以的。

T 开始(T begin)

为一个新的图形以秒输入开始时间。默认值是等于或大于 0 秒。

T 结束(T end)

为一个新的图形以秒输入结束时间。默认值是小于或等于总的仿真时间。

综合图形(Combine Plots)

所选条目的曲线都列举在同一个图形中，所以会使用多种刻度。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

Transient Stability Analysis

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)

[- Info Page 信息页](#)

[- Events Page 事件页](#)

[- Dyn Model Page 动态模型页](#)

[- Plot Page 画图页](#)

[Display Options - TS 显示选项-暂态稳定](#)

[Transient Stability Calculation Methods 暂态稳定计算方法](#)

[Transient Stability Required Data 暂态稳定需求数据](#)

[Transient Stability Output Reports 暂态稳定输出报告](#)

[Transient Stability Plots 暂态稳定画图](#)

[Adjustment Page - Transient Stability Study Case Editor 调整页-暂态稳定分析案例编辑器](#)

动作列表(Action List)

点击位于时间滑块的绳针动作列表按钮进入如下所示的动作列表。



该列表显示了分析中用到的所有动作，包括从分析案例编辑器上定义的形式，事件页和继电器动作的初始化。比如，一个不活动设备操作的无效动作也作为特殊的动作类型在列表里列出。

运用列表上的两对箭头按钮会引导你通过完整的动作列表。下一个或者先前 TS 动作箭头按钮使指针移动到下个或先前动作时间。前进和后退箭头按钮会在前进方向或后退方向上使指针移动一步。列表会显示指针所在位置的进行的动作。注意：单线图也会依据指针的改变而动态的改变分析结果的显示，包括母线，机器和支路显示，以及保护设备状态和系统连续检查结果。动作列表的 ETAP 暂态稳定结果的动作次序显示是真正有用的。

[Transient Stability Analysis 暂态稳定分析](#)

[Toolbar - TS 工具条-暂态稳定](#)

[Transient Stability Time Slider Toolbar 暂态稳定时间滑条](#)

[Study Case Editor - TS 分析案例编辑器-暂态稳定](#)