

第 15 章

短路分析

(Short-Circuit Analysis)

ETAP 短路分析程序分析了配电系统中三相，线一地，线一线，线一线一地情况下故障的影响。该程序分析计算系统中总的短路电流和单个电动机、发电机以及连接点的作用。故障划分以最新的 ANSI/IEEE (C37 系列) 和 IEC (IEC909 等) 版本为标准。

本章介绍了在短路分析中可能用到的工具的定义和使用方法。为了让读者更好的理解短路分析中用到的标准，更容易的分析输出结果，本章也对相关理论和标准作些介绍。

ANSI/IEEE 短路工具条 (ANSI/IEEE Short-Circuit Toolbar) 和 IEC 短路工具条(IEC Short-Circuit Toolbar) 部分告诉您如何开始一个短路电流计算，打开并查看输出报告，或选择输出选项。短路分析案例编辑器(The Short-Circuit Study Case Editor) 部分告诉您如何创建一个新的分析案例，需要什么参数，如何设定。显示选项(Display Options)部分告诉您显示系统参数和输出结果时需要哪参数，如何设定等。

ANSI/IEEE 计算方法 (ANSI/IEEE Calculation Methods) 部分介绍了本程序中使用的标准并详细介绍了使用的计算方法。特别对 1/2, 1.5-4, 30 周波网络，ANSI 标准的乘数因子的计算以及高/低压回路断路器瞬时和中断功能作了定义和讨论。需求数据部分 (Required Data) 介绍了进行计算所必需的数据以及在什么地方输入这些数据。如果使用 IEC 标准进行短路分析，IEC 计算方法 (IEC Calculation Methods) 部分就 IEC 标准应用，通用 IEC 技术术语作了说明和定义，以及对所有重要结果的计算方法包括对初始对称短路电流，短路电流峰值，对称短路中断电流值和稳态短路电流等的计算方法作了说明和定义。最后，短路电流分析输出报告 (Short-Circuit Study Output Report) 部分对输出报告和格式作了说明和解释。

15.1 ANSI 标准短路分析工具条 (ANSI Short-Circuit Toolbar)

当您处于短路模式下，该工具条是激活的，在短路分析案例编辑器中将其标准设为 ANSI。



3-相故障 - 设备功能(3-Phase Faults - Device Duty)

点击该按钮进行 ANSI C37 标准下的三相故障分析，计算故障母线的暂态对称/不对称均方根值，暂态不对称峰值，中断对称均方根，中断调节对称均方根短路电流。该程序检验保护设备额定闭锁，并根据故障电流调节中断容量，对不当设备进行标识等。

发电机和电动机由他们的正序初始参数电抗决定他们的模式。

3 相故障 - 30 周波(3-Phase Faults - 30 Cycle Network)

点击该按钮进行 ANSI 标准下的三相故障分析，它记录故障母线 30 周波后的短路电流的均方根值。

发电机由正序暂态电抗决定其模式，电动机的短路电流忽略不计。

LG, LL, LLG, 和 3 相故障 - 1/2 周波(LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - 1/2 Cycle)

点击该按钮进行 ANSI 标准下的线-地，线-线，线-线-地，三相故障分析。它计算故障母线 1/2 周波的短路电流的均方根值。

发电机和电动机的模式由他们的正序、负序和零序的初始参数的电抗决定的。在所有的不对称故障计算中（1/2 周波，1.5—4 周波，30 周波），认为电机的负序阻抗等于它的正序阻抗。在进行系统正序，负序和零序连接时，要考虑到发电机，电动机和变压器的接地形式和绕组连接方法。

LG, LL, LLG, 和 3 相故障- 1.5 - 4 周波(LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - 1.5 to 4 Cycle)

点击该按钮进行 ANSI 标准下的线-地，线-线，线-线-地，三相故障分析。它计算故障母线 1.5—4 周波的短路电流的均方根值。

发电机由正序、负序和零序次暂态电抗各等值电路来模拟，电动机由正序、负序和零序暂态电抗各等值电路来模拟。在进行系统正序，负序和零序连接时，要考虑到发电机，电动机和变压器的接地形式和绕组连接方法。

LG, LL, LLG, 和 3 相故障 - 30 周波(LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults - 30 Cycle)

点击该按钮进行 ANSI 标准下的线-地，线-线，线-线-地，三相故障分析。它计算故障母线 30 周波的短路电流的均方根值。

发电机由正序、负序和零序电抗决定其模式，电动机的短路电流忽略不计。在进行系统正序，负序和零序连接时，要考虑到发电机，电动机和变压器的接地形式和绕组连接方法。

为 STAR 保存故障电流(Save Fault kA for STAR)

点击该按钮保存瞬时对称短路电流(有效值)，以便在 STAR 保护设备配合分析中使用。以下部分将被保存：

- 对称短路中瞬时对称故障电流(ANSI)
- 不平衡短路中(线对地)A 相对称短路电流(ANSI)

显示选项(Short-Circuit Display Options)

查看显示选项部分，熟悉单线图中短路电流注释的显示选项，该对话框也包含 ANSI 短路分析结果和相关的设备参数。它包括了 3 相和不平衡故障结果和它们各自的贡献（线-地，线-线和线-线-地）。显示选项同时显示弧闪分析结果。

弧闪分析风险性计算(Arc Flash Hazard Calculation)

点击该按钮基于在短路分析编辑器弧闪页中所选择选项运行弧闪分析风险性计算(NFPA 70E or IEEE 1584)。用于决定入射能的三相电流基于 ANSI 短路标准。

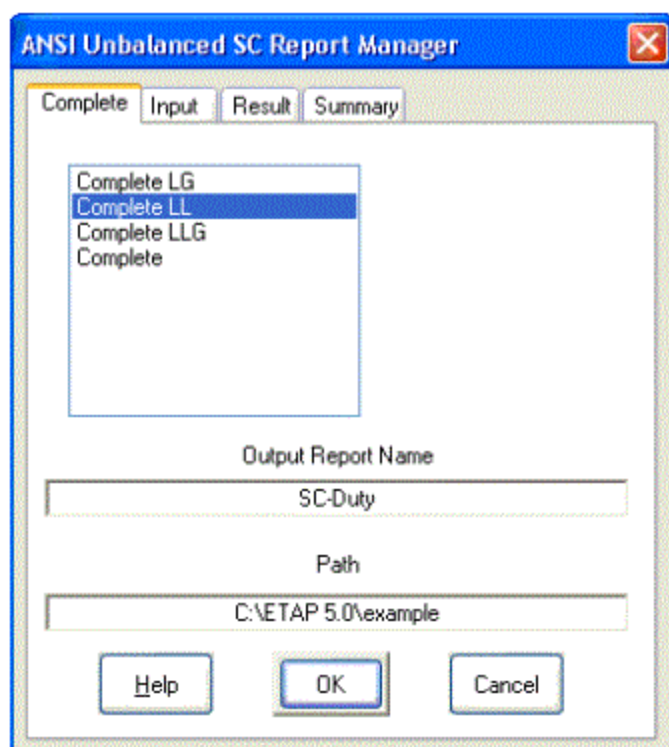
报警(Alert)

进行一个设备短路分流计算后，点击该按钮打开报警栏，里面记录了将要和已经违反分析案例中设定的设备。

短路报告管理器(Short-Circuit Report Manager)

短路输出报告由 Crystal 报告格式输出。报告管理器共有四页（完整，输入，结果，总结）可供您查看两种形式下输出报告的不同部分。Crystal 报告的格式显示在 ANSI 短路分析中输出报告管理器中的每页上。

根据您所选格式的不同，您可以打开输出报告的全部或是一部分。



也可以在分析案例工具条中点击查看输出报告按钮来查看输出报告。所选程序目录中所有输出文件的列表，短路电流计算可以调用。想要查看任何一个输出报告，点击输出报告的名字，再点击查看输出报告按钮就可以了。

中断当前计算(Halt Current Calculation)

通常情况下停止按钮是灰色的。当短路电流计算开始时，这个按钮是可用的，呈红色停止图标，点击会中断短路电流计算。

获取在线数据(Get Online Data)

ETAP 能量管理系统安装完成时，Sys Monitor 为名称的单线图是在线的，点击该按钮您能够将实时数据导入到离线的单线图中并运行一个潮流分析。注意，运行负荷、母线电压和分析案例编辑器将被在线数据更新。

获取存档数据(Get Archived Data)

ETAPS 回放功能安装后，所有的图形显示都处于回放模式，点击该按钮，可以获得存档数据到您的图形显示中并运行潮流分析。注意：运行负荷、母线电压和分析案例编辑器将被存档数据更新。

15.2 IEC 标准短路分析工具条(IEC Short-Circuit Toolbar)



当短路编辑器中设定为 IEC 参数，系统处于短路模式时，该工具条是激活的。

3-相故障—设备功能 (IEC 909)(3-Phase Faults - Device Duty (IEC 909))

点击该按钮进行 IEC909 标准下的三相故障分析，它计算故障母线的初始对称均方根，峰值，对称/不对称中断均方根，和稳态短路电流均方根，及它们的直流补偿。该程序检验保护设备在故障电流情况下的额定运行和中断容量，并对不适合设备进行标识。

发电机的模式由正序初始参数电抗决定，电动机的模式由定转子阻抗决定。

LG, LL, LLG, 和 3 相故障 (IEC 909)(LG, LL, LLG, & 3-Phase Faults (IEC 909))

点击该按钮进行线一地，线—线，线—线—地等的三相故障分析（IEC909 标准下）。计算故障母线的初始对称均方根，峰值，对称中断均方根，和稳态短路电流均方根。

发电机的模式由正序、负序和零序电抗决定，电动机的模式由定转子阻抗决定。假设电机的负序阻抗等于它的正序阻抗。在连接系统正序、负序和零序时，要考虑到发电机、电动机、

变压器的接地形式和绕组连接方法。

3-相故障—暂态分析 (IEC 363)(3-Phase Faults - Transient Study (IEC 363)

点击该按钮进行 IEC61363 标准下的三相故障分析。计算故障母线的实际短路电流的瞬时值，直流补偿，短路电流包，交流设备，对整个短路电流的直流补偿百分数。输出结果列成表格。

发电机的模式由它的正序初始参数电抗决定，电动机的模式由它的定转子阻抗决定。在计算过程中还要考虑到初始参数和暂态的时间常数，以及直流时间常数。

短路显示选项(Short-Circuit Display Options)

查看显示选项 (Display Options) 部分，熟悉单线图中短路电流注释的显示选项，该对话框也包含 IEC 短路分析结果和相关的设备参数。

弧闪分析风险性计算(Arc Flash Hazard Calculation)

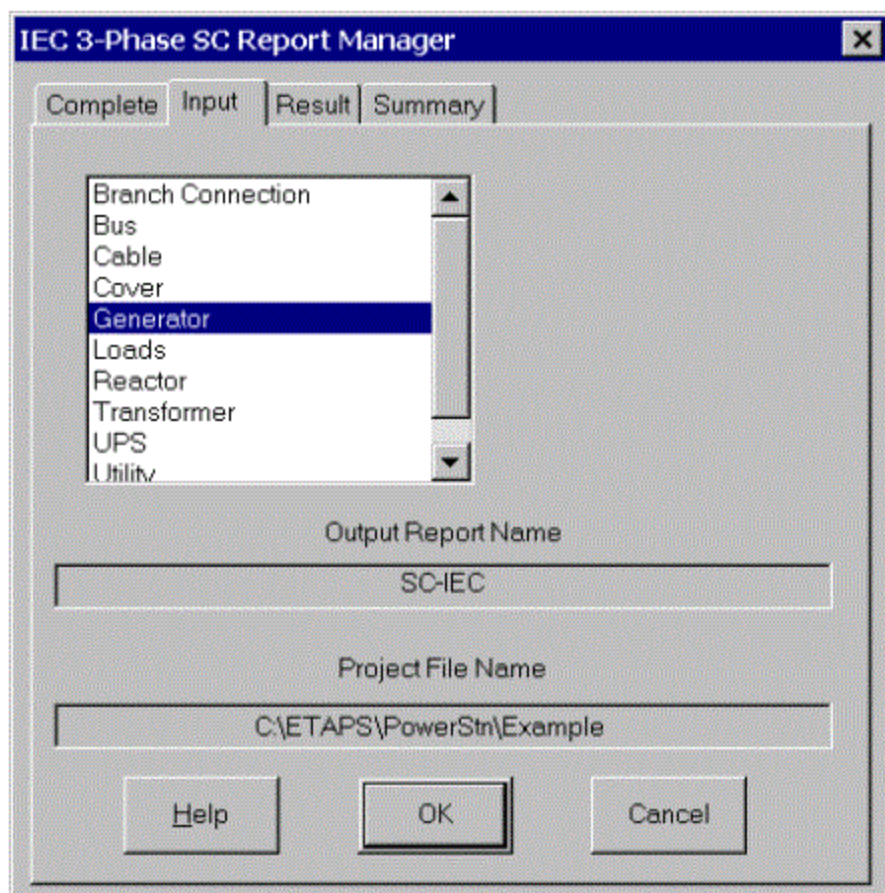
点击该按钮基于在短路分析编辑器弧闪页中所选择选项运行弧闪分析风险性计算(NFPA 70E 或 IEEE 1584)。用于决定入射能的三相电流基于 ANSI 短路标准。

报警(Alert View)

进行一个短路设备功能计算后，点击该按钮打开报警栏，里面记录了将要和已经违反分析案例中设定的设备。

短路报告管理器(Short-Circuit Report Manager)

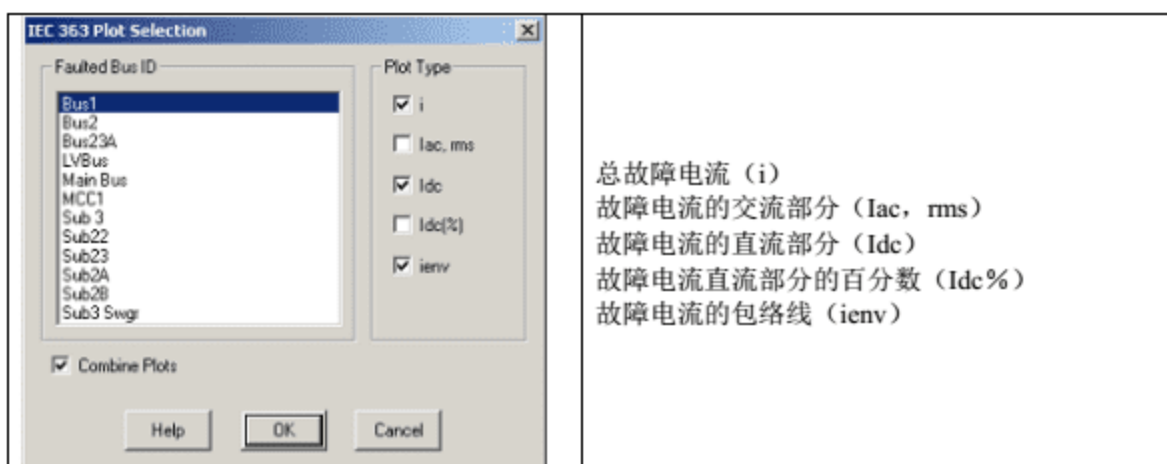
短路输出报告以 Crystal 报告的格式输出。报告管理器共有四页（完整，输入，结果，总结）可供您查看两种形式下输出报告的不同部分。Crystal 报告的格式显示在 ANSI 短路分析中输出报告管理器中的每页上。



也可以在分析案例工具条 中点击查看输出报告 按钮来查看输出报告。所选程序目录中有所有输出文件的列表，短路电流计算可以调用。想要查看任何一个输出报告，点击输出报告的名字，再点击 查看输出报告 按钮就可以了。

短路计算图形 (Short Circuit Plots)

点击这个按钮打开 IEC363 图形选择编辑器，如下图所示：



组合画图

当选择该选框，所选择画图选项将显示在相同画图区域。

关闭所有画图

当点击该按钮，IEC363 标准计算下所有打开的画图将被关闭。

输出到 COMTRADE

当点击该按钮，所有选择的画图将以 COMTRADE 格式保存到文件。一个窗口将打开并允许用户指定保存的目录。

中断当前计算(Halt Current Calculation)

通常情况下停止按钮是灰色的。当短路电流计算开始时，这个按钮是可用的，呈红色停止图标，点击会中断短路电流计算。

获取在线数据(Get Online Data)

ETAP 能量管理系统安装完成时，Sys Monitor 为名称的单线图是在线的，点击该按钮您能够将实时数据导入到离线的单线图中并运行一个潮流分析。注意，运行负荷、母线电压和分析案例编辑器将被在线数据更新。

获取存档数据(Get Archived Data)

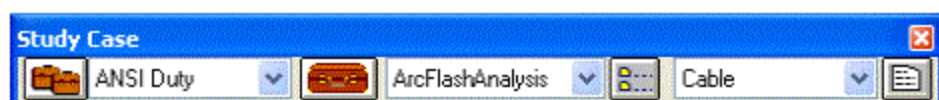
ETAP 回放安装后，所有的图形显示都处于回放模式，点击该按钮，可以获得存档数据到您的图形显示中和运行潮流分析。注意：运行负荷、母线电压和分析案例编辑器将被存档数据更新。

15.3 分析案例编辑器(Study Case Editor)

短路分析案例编辑器包括精度控制变量、故障母线选择、输出报告选项等。在 ETAP 中可以创建无穷多个分析案例。“短路电流计算”根据工具条所选的分析案例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。

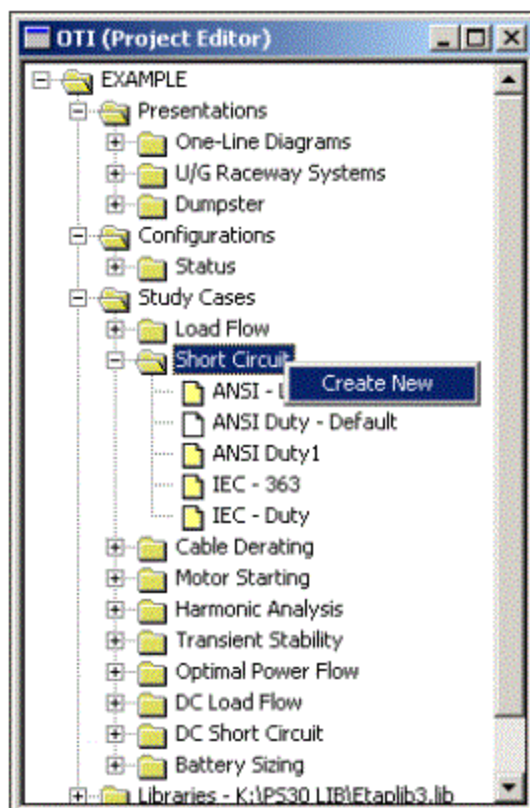
考虑到 ETAP 的多维数据库的概念，分析案例可用于三个主要系统组成部分的任何组合情况。如：配置参数，图形显示，基准/修改版本数据。

在分析案例工具条中点击“分析案例”就可以访问短路分析案例编辑器了。也可以从项目视图中点击短路分析案例文件夹来访问该编辑器。



短路分析案例工具条

创建一个新的分析案例：输入项目视图，用鼠标右键点击短路分析案例文件夹，选择“新建”。所创建的分析案例增加到短路分析案例文件夹中，是默认分析案例的复制件。



15.3.1 信息属性页(Info Page)

分析案例标识(Study Case ID)

分析案例标识显示在输入区。删除旧的标识，输入新的就可以改变分析案例的名字了。分析案例标识不超过 12 个字母，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。

变压器分接头(XFMR Tap)

有两种方法可以对变压器非标准分接头进行设定：

调节基准电压(Adjust Base kV)

用变压器的变比来计算母线的基准电压，包括变压器额定电压和非标准分接头设定。

使用一次侧分接头(Use Nominal Tap)

在母线基准电压计算中变压器额定电压用做变压器变比，例如：忽略所有非正常分接头设定，变压器阻抗不被调整。

一个系统在一个回路中包含一个不同变比的变压器（包括分接头）时，可能导致一个母线内两个不同的基准电压值，这会终止短路电流计算。如果这种情况发生，ETAP 会发出信息通知您这种情况，并让您选择是继续计算还是使用额定分接头转换。如果您回答“是”，则用额定分接头选项进行计算。

报告(Report)

在以下选项中选择短路输出报告设置：

反馈分量等级(Contribution Level)

通过在这部分中指定母线等级数，来选择您想查看的从单个母线到每个故障母线的短路电流反馈分量的母线数量。注意：对于大系统而言，选择高的母线等级会导致输出报告很大。（报告随着所选择的母线等级呈指数增长）

选择反馈分量等级时，取决于故障母线的数量，计算结果以如下的形式显示在单线图中并打印在输出报告中：

- | | | |
|------------|-------|-----------------|
| • 一条母线故障 | 显示结果： | 整个系统 |
| | 输出报告： | n 母线额定值远 |
| • 一条以上母线故障 | 显示结果： | 1 条母线远 (距离邻近母线) |
| | 输出报告： | n 母线额定值远 |

基于…的电动机分量(Motor Contribution Based on)

您能够从以下选项中选择“在短路分析中考虑电动机分量”的选项。

电动机状态(Motor Status)

选择该选项时，那些状态是连续的或断续的电动机将在短路分析中的产生分量。在短路分析中不考虑备用状态的电动机。

负荷类型>Loading Category)

选择该选项时，要在选择框中选择一种负荷类型。非零负荷的电动机在短路电流计算中会产生分量，而零负荷的电动机在短路分析中不予考虑。

两者(Both)

选择该选项时，无论电动机的参数和负荷条件如何，都在短路分析中将产生分量。也就是说，想把一个电动机置于短路分析之外，必须是电动机处于备用状态，同时负荷类别设为零负荷。

母线选择(Bus Selection)

ETAP 可以同时设定一条或多条母线故障。但在以后的分析过程中，母线故障是单独发生的，而不是同时发生的。根据设定的故障类型，本程序为每条故障母线都设定了三相、线一线、线一线一地故障，以便于短路分析。

第一次打开短路分析案例编辑器时，所有母线都列在“非故障”一栏。也就是说没有母线

是故障的。在这个分析案例中您可以决定哪条母线故障：

- 设定母线故障：在“非故障”一栏中激活母线标识，点击故障按钮，则被激活的母线就出现在故障列表栏中。
- 从故障列表栏中移走母线：激活母线标识，点击非故障按钮，则该母线就出现在“非故障”栏中。
- 如果您想设定所有的母线，或中压母线，或低压母线故障，选择相应选项，点击故障按钮，则所定义的母线就从“非故障”栏转移到故障列表栏中。
- 想要移走所有母线、中压母线、低压母线：选择相应选项，点击故障按钮，则所选母线就会从故障列表栏中转移到“非故障”栏中。

注意：配电板和相位适配器单相母线不能指定为故障，因此不会出现在母线故障列表中。

分析注释(Study Remarks)

可在此输入不超过 120 个字的信息，这些信息将打印在输出报告每页属性页眉的第二行。这此注释是关于每个分析案例的特别信息。注意：属性页页眉的第一行在项目菜单中输入，是所有分析案例的通用信息。

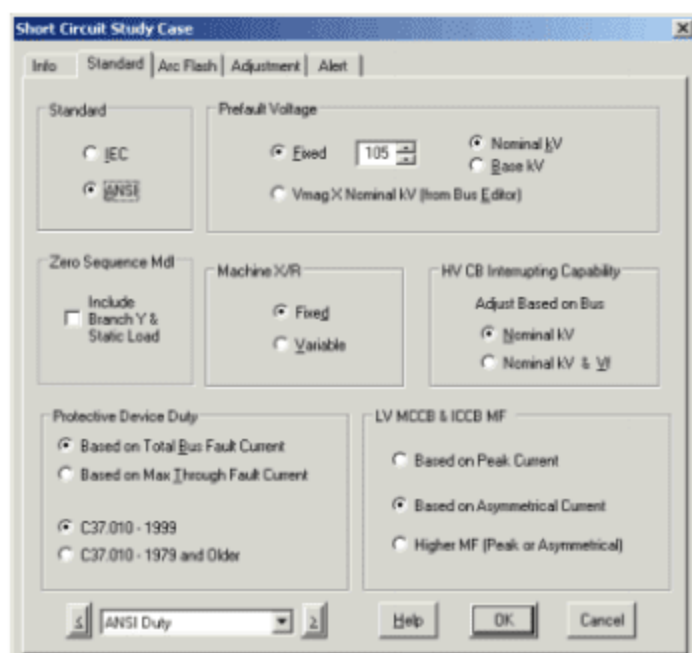
15.3.2 标准页 - 短路分析案例编辑器 (Standard Page – Short-Circuit Study Case Editor)

标准(Standard)

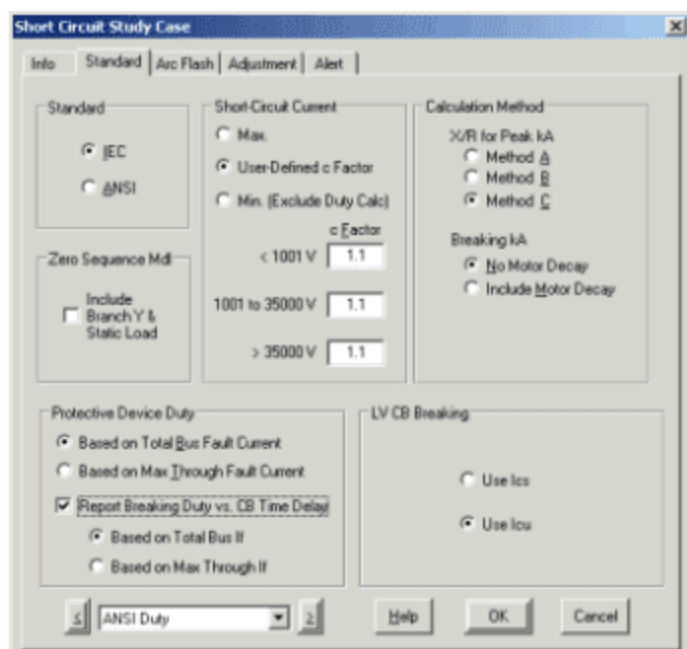
在短路分析中可使用 **ANSI** 和 **IEC** 标准。点击标准符号来选择短路分析的标准。注意：每种标准都有不同的精度控制变量（故障前电压、计算方法等）。

创建一个新的分析案例时，短路分析标准与您在项目标准编辑器中设定的项目标准一样，可通过项目菜单访问所设定的标准。注意：分析案例标准可单独改变。

如果选择 ANSI 标准，这页显示如下：



如果选择 IEC 标准，选项有所改变，您会看到如下显示：



故障前电压 - ANSI 标准(Prefault Voltage - ANSI Standard)

可为所有母线选择恒定的或是可变的故障前电压。

恒定故障前电压(Fixed Prefault Voltage)

该选项为所有故障母线设定一个恒定的故障前电压。这个恒定值可以是一额定电压或基准电压的百分数。母线额定电压就是用户在母线编辑器中输入的值，代表母线的额定运行电压，母线基准电压就是程序计算所得的电压，只在每条故障母线的短路报告的结果部分报告该值。

计算基准电压的过程从一个平衡节点电机开始，如等效电网和发电机，将它的设计电压作为终端母线的基准电压，传到整个系统。对于有变压器的情况，用变压器额定变比来计算另一端母线的基准电压。如果在短路分析编辑器的信息属性页中选择“调节基准电压”选项，变压器的分接头也会和其额定变比一起用于额定电压的计算。可见，工作在其设定的工作参数的电机，基准电压接近于工作电压。

可变故障前电压(Variable Prefault Voltage)

如果在母线编辑器中选择 Vmag x 额定的故障前电压选项，PowerStation 将把在母线编辑器中输入的母线电压值作为故障前电压。使用这个选项时，可以在进行短路分析时，每条母线都有不同的故障前电压。例如，使用从特定潮流分析中计算所得的母线电压进行短路分析，针对实际运行情况计算故障电流。记住，这样做必须在潮流分析案例编辑器中选择更新初始母线电压值并运行潮流分析。

短路电流与故障前电压成正比，所以不同的选项会有不同的结果。然而，以上选项中如果故障前电压值相同，则计算所得短路电流也相同。那么，应该使用哪一种选项呢？这就要看用户的判断和分析的目的了，如果您想计算故障电流来设计保护开关设备的尺寸，那么就要选最大故障前电压。使用“恒定基准电压”选项就可以了。如果在母线编辑器中输入的母线额定工作电压就是母线的额定电压，也可使用“恒定额定电压”。

电机抗阻比 X/R - ANSI 标准(Machine X/R - ANSI Standard)

短路电流计算中使用恒定的或是可变的电机抗阻比 X/R。注意：电机抗阻比 X/R 选项的不同只影响到高压回路断路器中断计算（1.5—4 周波）性能。

恒定抗阻比 X/R(Fixed X/R)

ETAP 对 1/2 周波和 1.5-4 周波情况使用特定的电机抗阻比 X/R ($=X_d/R_a$)。这样作的原因是 ANSI 标准不支持可变电机抗阻比 X/R

以下是抗阻比 X/R 恒定情况下的 R_a （电枢电阻） 计算：

		1/2 周波网络	1.5-4 周波网络
Input:	Xsc	15	25
Input:	X/R = 10		
Calculated:	R_a	1.5	2.5

可变抗阻比 X/R(Variable X/R)

ETAP 使用特定的电机抗阻比 X/R 和初始电抗 (X_d)来计算电枢电阻。该电阻用于 1/2 周波和 1.5—4 周波网络。注意：1.5-4 周波网络的电动机电抗比 1/2 周波网络的电动机电抗要大。所以：这种情况下的电机抗阻比 X/R 和高压回路断路器中断故障的短路电流反馈分量要比恒定抗阻比 X/R 的情况大。

以下是可变 X/R 情况下的电枢电阻 R_a 和 抗阻比 X/R 的计算例子：

		1/2 周波网络	1.5-4 Cycle Network
输入:	Xsc	15	25
输入:	X/R = 10		
计算:	R_a	1.5	1.5
最终结果:	X/R	10	16.7

高压回路断路器中断容量(HV CB Interrupting Capability)

根据 ANSI 标准，高压回路断路器编辑器中输入的额定中断容量影响到断路器的最大电压。当断路器低于这最大电压下使用时，它的容量实际比额定中断电流要高。在这部分中，指定用来调整断路器额定值的运行电压。

额定电压(Nominal kV)

选择该选项时，与回路断路器相连的母线的额定电压认为是工作电压，断路器中断额定值将调整为这个电压值。

额定电压 和 Vf(Nominal kV & Vf)

选择该选项时，断路器工作电压由故障前电压乘该回路断路器所连的母线的额定电压得出。

回路断路器的中断额定值调整为这个值。

保护设备功能—ANSI 标准(Protective Device Duty -ANSI Standard)

可以选择用母线总的故障电流还是用流过保护设备的最大电流来比较保护设备的功能。

基于总的母线故障电流 (Based on Total Bus Fault Current)

选择该复选框使用总的母线故障电流来比较保护设备额定值。对断路器标记为发电机回路断路器的情况，决定于它从发电机和系统侧的反馈，用流过的最大故障电流来比较保护设备额定值，即使选择了基于总的母线故障电流选项。

基于流过的最大故障电流 (Based on Maximum Through Fault Current)

选择该复选框用最大流经故障电流进行比较保护设备的额定值。最大故障电流是指通过保护设备的故障电流和总故障电流减去通过设备的电流的结果中较大的那个值。

如果故障母线是发电机或电机的终端母线，则将电动机的满载电流作为最大的故障电流。它假定对于一个发电机，额定电流从发电机流出到电机，满负荷电流流入电机。因此，对于一个发电机，额定电流添加到发电机短路反馈量来决定最大直通故障电流。对于一个电机，满负荷电流从电机短路反馈量减去来决定最大直通故障电流。

C37.010 – 1999

选择这个选项，基于在回路断路器编辑器中输入的触点断开时间，计算对称额定高压回路断路器的 S 因子。在计算 S 因子时，交流分量的标准时间常数用的是 ANSI 标准中指定的，常规回路断路器为 45ms，发电机回路断路器为 133ms。此外，当计算不对称故障电流时，用于计算远端短路和近端短路分量的乘数因子，也要基于回路断路器编辑器的输入的触点断开时间。如果不知道某个指定的触点断开时间曲线，乘数因子将根据可获得的曲线用相应的值代替。详情请参考 ANSI/IEEE 计算方法。

C37.010 – 1979 及更早的

当选择这个选项，标准的触点开断时间和相应的 S 因子将用于计算。标准的触点开断时间和相应的 S 因子用于高压回路断路器遮断容量的计算。请注意，选择这个选项后，在高压回路断路器中输入的触点开断时间将在计算中被忽略。

低压断路器和绝缘断路器倍增因数-ANSI 标准(LV MCCB & ICCB MF – ANSI Standard)

该组提供选项来选择计算低压断路器和绝缘断路器倍增因数的方法。

基于冲击电流(Based on Peak Current)

该方法基于冲击电流计算倍增因数，同样应用于未装熔断器的低压电源断路器倍增因数的计算。

基于不对称电流(Based on Asymmetrical Current)

该方法基于不对称电流计算倍增因数，同样应用于安装熔断器的低压电源断路器倍增因数的计算。

更高的倍增因数(Higher MF)

当选择该项，更高的倍增因数方法将应用，它提供了一个更保守的结果。分析结果基于低压模式或绝缘断路器的容量和它的测试功率因数来显示更为保守的结果，而不是冲击电流或不对称电流。底下的表格显示了一些典型断路器的结果。

断路器额定值	冲击电流方法	不对称电流方法
20 kA (PF = 20%, X/R = 4.9)		更保守
10 -- 20 kA (PF = 30%, X/R = 3.18)		更保守
≤10 kA (PF = 50%, X/R = 1.73)	略微保守	

短路电流-IEC 标准(Short Circuit Current - IEC Standard)

在该组中，你可以指定是否计算最大或最小短路电流，并基于这个选择，不同的 c 因子被用来修正电源电压。有三个选项可用：最大，用户自定义 c 因子和最小。当选择了最大，在 IEC60909 表格 I 中定义的 c 因子的最大值 将应用在计算最大故障电流中：

< 1001 V	c 因子= 1.10
1001 to 35000 V	c 因子= 1.10
> 35000 V	c 因子= 1.10

当选择用户自定义 c 因子，ETAP 使用用户自定义 c 因子。C 因子范围如下：

< 1001 V	c 因子= 0.95 -- 1.10
1001 to 35000 V	c 因子= 1.00 -- 1.10
> 35000 V	c 因子= 1.00 -- 1.10

当选择最小选项。在 IEC60909 标准中定义的 c 因子最小值将应用在计算最小故障电流中

< 1001 V	c Factor = 0.95
1001 to 35000 V	c Factor = 1.00
> 35000 V	c Factor = 1.00

在每个案例中，ETAP 计算 i_p , I''_k 和 I_k 。另外，在计算中使用的阻抗容差，长度容差和运行温度也通过所选择的 c 因子在改变。

若选择了最大或用户自定义选项：

- 负的容差值应用于同步发电机和同步电机直轴暂态电抗 (X''_d)
- 若在分析案例中设置选项应用于阻抗容差，负的容差值将使用在变压器阻抗，电抗器阻抗和过载发热器阻抗
- 若在分析案例中设置选项应用于长度容差，负的容差值将应用在线路长度和电缆长度
- 若在分析案例中设置选项来调整各运行温度下电阻值，最小运行温度将应用于调整电缆和线路电阻

若选择最小：

- 正的容差值用于同步发电机和同步电机直轴暂态电抗(X''_d)
- 若在分析案例中设置选项应用于阻抗容差，正的容差值将使用在变压器阻抗，电抗器阻抗和过载发热器阻抗
- 若在分析案例中设置选项应用于长度容差，正的容差值将应用在线路长度和电缆长度
- 若在分析案例中设置选项来调整各运行温度下电阻值，最大运行温度将应用于调整电缆和线路电阻

注意：当选择了最小选项，IEC 按钮在工具条上呈灰色，防止运行最小短路电流计算。

计算方法 - IEC 标准(Calculation Method - IEC Standard)