

第三章 短路分析

ETAP短路分析功能可以分析电力系统中三相、单相、线-地、线-线、线-线-地等情况下的故障电流及其影响，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故障电流，故障划分以最新的ANSI/IEEE(C37系列)和IEC(IEC 60909等)版本为标准。

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，如何打开并查看输出报告或者选择输出选项。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些参数，如何设定等。

短路分析软件确定故障电流和自动比较这些数值与厂商提供的短路额定电流值，在单线图和短路输出报告上自动显示超过额定值的设备报警信息。

点击“模式工具条”中的“短路分析”按钮，切换到短路案例分析模式。此时，右侧的“模块工具条”转换为“短路工具条”。

介绍两个 ETAP 常用的快捷方式

- 1、移动图形——按空格键，鼠标将变成手形，就可以移动图形。
- 2、放大和缩小——按 Ctrl 键，滚动鼠标滚轮，即可实现放大和缩小。

第一节 增添短路分析需要的数据

短路计算需要在潮流分析基础上补充一些参数。由于发电机 Gen1 的直轴次暂态电抗 X_d'' 和直轴电抗 X_d 为零，不能做短路计算。在单线图上双击 Gen1，打开同步发电机编辑器-Gen1 “阻抗/模型”属性页，同步发电机编辑器的“阻抗/模型”属性页如图 3-1 所示。选中“动态模型”框中“次暂态”复选框，再点击“典型数据”按钮，赋值于这两个参数，即可做短路计算了。



图3-1 同步发电机编辑器的阻抗/模型属性页

第二节 设定故障位置和设置短路分析参数

1、设定故障位置为Bus4：单击母线Bus4，选定母线Bus4；单击鼠标右键，弹出快捷菜单，选择“故障”。

2、在“分析案例工具条”中，点击“编辑分析案例”按钮，打开“短路分析案例”编辑器，在此可以更改短路分析的参数与设置。本算例对默认的参数不作更改。

第三节 三相短路计算

1、单击右侧“短路工具条”的“运行三相对称短路计算（duty）（IEC60909）”按钮，进行IEC60909标准下的三相短路分析。

2、ETAP计算各支路对短路电流的贡献、短路时各母线残压、短路后0~0.1秒的电流。

3、点击“短路工具条”的“显示选项”按钮，打开“显示选项—短路”编辑器，在“结果”页—故障电流框中，选择显示“三相”和“初始对称有效值”或者“峰值”。

第四节 断路器、电缆的选择和校验

1、断路器的选择

首先根据系统额定电压和各自所接负荷大小选择断路器的额定电压和额定电流（选择过程略）。本例中的短路点都是近发电机的短路点，取短路发生到故障切除的最小间隔时间（继电器动作时间+断路器动作时间）为0.07S，以短路后0.07S的短路电流对称分量 I_{b_sym} 和直流分量 I_{dc} 来选择断路器的开断能力。根据短路电流“峰值”校验开关动稳定，以短路电流热效应值校验断路器热稳定。

（1）打开断路器CB3 的编辑，选择“设备库”中的 Siemens 12-3AF-63；在额定“交流开断”电流下拉列表中选择，将额定“交流开断”电流指定为 50kA。具体如下图 3-2 所示：



图3-2 高压断路器CB3 编辑器的额定值属性页

（2）仍设定 Bus4 三相短路，“运行三相对称短路计算（Duty）（IEC60909）”后出现断路

器报警窗口：单击右侧“短路工具条”中的“报警视图”按钮，打开“短路分析报警视图”，可以看到详细的报警信息如图 3-3 所示。

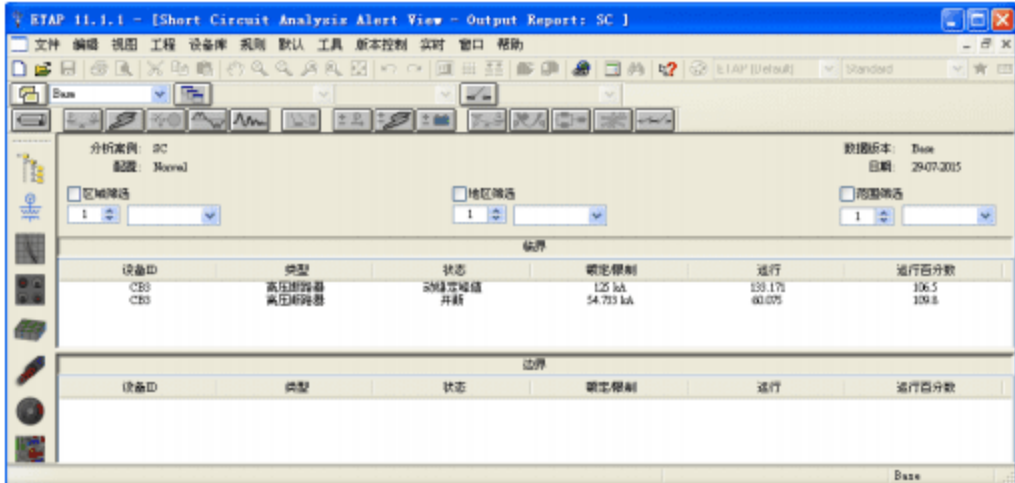


图3-3 母线Bus4故障，三相短路分析报警信息

(3) 重新选择断路器 CB3 的参数：在单线图上双击 CB3，打开“高压断路器编辑器”，将额定“交流开断”电流设为 63kA，额定“动稳定峰值”电流设为 160kA，如图 3-4 所示。



图3-4 重新选择参数后的高压断路器CB3编辑器

(4) 再单击右侧“短路工具条”中的“运行三相对称短路计算 (duty) (IEC60909)”按钮，重新执行三相短路分析，运行后则报警消失。

2、电缆的选择和热稳定校验

电缆选择一般分两步：1. 首先根据电缆所接设备的额定电流和电缆不同安装环境载流量校验来选择电缆截面积，满足负载的需要；2. 然后根据电缆所在回路故障切除时间计算出这个时间对

应的热效应电流，以这个故障切除时间和热效应电流计算出电缆热稳定要求的最小截面。

比较两次得到的电缆截面积，选择大的一个结果作为最终结果。本例中速断保护切除时间为0.07S，考虑延时保护动作级差为0.5S，以0.57S 短路电流持续时间做电缆热稳定校验。

(1) 在电缆编辑器-Cable1→“选型-相”属性页→“约束条件”对话框，选定“短路”，并填写：最大短路电流=27.24 kA，时间=0.6 秒。短路前电缆的工作温度 $T_c=90^{\circ}\text{C}$ ，可以在电缆编辑器的“容量”属性页修改此值。ETAP 软件自动给出：电缆优化尺寸=150mm²，较小尺寸=120 mm²，选定优化尺寸，如图 3-5 所示。

(2) 在电缆编辑器-Cable1→“保护”属性页→“短路电流”对话框，选定“用户定义”，填写：最大短路电流=27.24 kA。在“保护设备”对话框，“过电流”下拉条中选定“用户定义”，填写：时间=0.57 秒。



图3-5 电缆编辑器的“选型-相”属性页——根据短路选定尺寸

第五节 不对称故障分析

- 1、采用上述相同的方法，设置母线Bus10故障；
- 2、点击“短路工具条”的“运行LG、LL、LLG、三相短路计算（IEC 60909）”按钮，进行不对称短路计算。
- 3、点击“显示选项”按钮，显示选项编辑器图 3-6 所示，可以在单线图上显示不同类型短路（L-G、L-L、L-L-G）的序分量值、相分量值以及 A 相电压和零序电流。

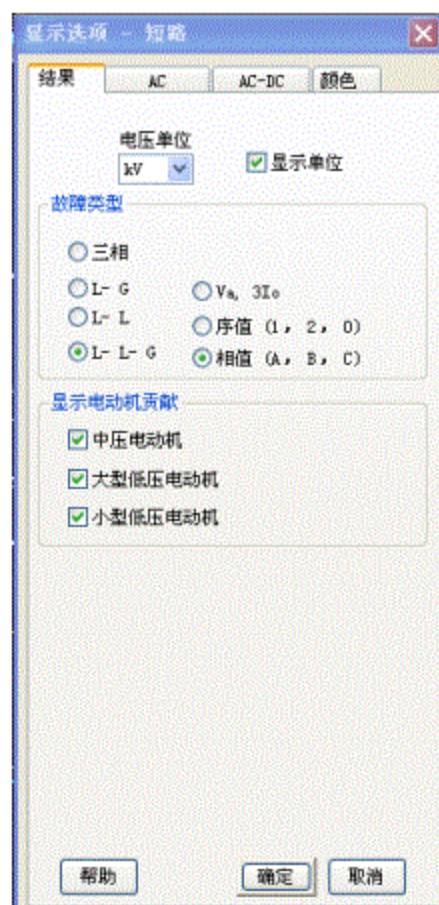


图3-6 短路分析模块的显示选项

4、点击“报告管理器”按钮，打开的“IEC Unbalanced SC 报告管理器”，如图 3-7 所示。

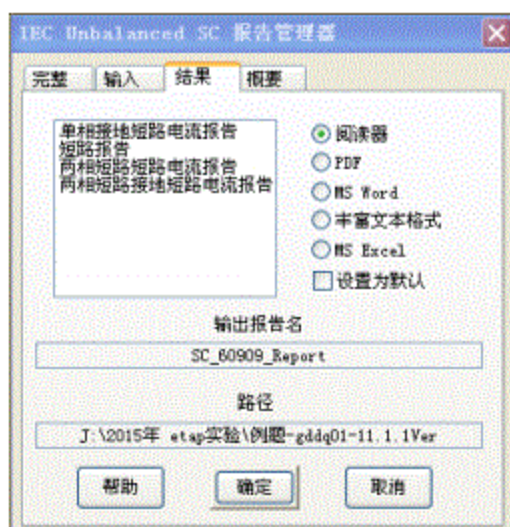


图3-7 IEC 不平衡短路报告管理器

从报告中可以看出：1) 母线Bus10总的三相短路电流=30.1kA，来自母线Bus2、Mtr1和Lump6三个方向的短路电流分别是28.66kA、0.980kA和0.495kA；2) 对应4种不同的短路类型每一组短路电流值见表3-1。