

CAAP2008X 跨平台电力故障录波分析软件

使
用
说
明
书

武汉中元华电科技股份有限公司

武汉中元华电软件有限公司

二零零八年三月

目 录

1. 概述	1
1.1. 软件功能特色	1
多操作系统下的分析操作一致性	1
面向对象的分析手段	1
基于通用的标准 COMTRADE 数据格式	1
对非标准的 COMTRADE 数据格式智能容错和纠错处理	1
在线编辑通道和元件配置参数及配置参数的导出、导入和自动关联	2
可自定义扩充的电力故障录波分析专用公式编辑器	2
保护动作边界定义和故障过程演播	2
录波文件的剪辑与融合	2
曲线优化绘制	3
1.2. CAAP2008X 软件体系架构图	3
原始数据格式转换接口层	4
通道及元件参数映射层	4
应用功能层	4
用户界面	5
1.3. 主界面	5
2. 波形显示	7
2.1. 光标定位	7
双光标定位	7
双光标位置微调	7
显示/隐藏“0”时刻光标	7
设置自定义 T0 时刻	8
2.2. 通道显示值切换	8
显示一次值	9
显示真有效值	9
显示基波有效值	9
显示相角	9
2.3. 显示颜色切换	9
切换背景配色方案	9
修改通道颜色	10
2.4. 通道绘制模式切换	11
离散点模式绘制所有通道	11
离散点模式绘制指定通道	12
反向绘制指定的模拟量通道	12
纵向展开所有模拟量通道	13
纵向展开指定的模拟量通道	13
2.5. 通道显示和隐藏	14
隐藏指定通道	14
隐藏没有变位的开关量通道	14
挑选显示通道	15
仅显示指定的一次元件相关的通道	15
显示所有通道	16
3. 波形缩放	17

3.1. 横向缩放	17
横向定比缩放	17
横向区间展开	17
横向自由放大	17
横向显示全图	18
横向缩放比例还原	18
3.2. 纵向缩放	19
纵向展开所有模拟量通道	19
纵向展开指定的模拟量通道	20
纵向定比缩放	20
还原纵向缩放比例	20
4. 调整通道排列顺序	22
4.1. 调整通道排列次序	22
4.2. 同轴重叠显示通道曲线	25
4.3. 还原通道排列次序	28
还原所有通道到初始位置	28
还原指定通道到原始位置	29
5. 通道分析	30
5.1. 单通道分析	30
谐波频谱分析	30
非周期分量分析	31
查找模拟量通道瞬时值	32
5.2. 衍生虚通道	33
突变量	34
直流分量	35
谐波	36
海明窗滤波	36
一点差分滤波	37
信号频率（零交越法）	38
基波频率（DFT 修正法）	39
5.3. 通道组合分析	39
相量分析	39
序量分析	41
谐波分析	42
阻抗分析	43
功率曲线	48
母线差动分析	49
开关量变位事件清单	53
X-Y 自定义平面	54
6. 元件分析	57
6.1. 线路测距	57
双端测距	57
综合分析	59
6.2. 变压器分析	60
变压器功率曲线	61
变压器过激磁曲线	62

变压器纵差	63
自耦变分侧差动	66
自耦变零序差动	69
6.3. 发电机分析	72
发电机功率曲线	73
发电机过激磁曲线	74
发电机功角曲线	75
发电机失磁	76
发电机失步	79
发电机运行极限图	81
发电机完全纵差	83
发电机不完全纵差	86
发电机裂相横差	89
6.4. 发变组分析	92
发变组完全纵差	93
7. 打印波形	97
7.1. 打印操作步骤	97
7.2. 选择打印时段	99
选择打印时段	99
7.3. 各种打印模式的效果	100
彩色模式	100
打印波形时总是横向用纸	101
仅打印选择时段内的波形	102
压缩在指定页数内	103
与显示一致的时间轴缩放比例	104
绘制 T0 时标线	104
绘制当前时标值	105
绘制通道峰值	106
仅首页绘制通道名	106
与显示一致的模拟量通道共轴打印	108
自动适应通道高度	108
纵向展开波形	110
仅打印有变位的开关量	111
打印可见标签	112
不打印通道编号	112
8. 公式编辑器	113
8.1. 语法	115
无名算式	115
有名临时变量表达式	115
有名虚通道表达式	115
8.2. 数学类函数	116
abs(x)——绝对值	116
atan(x)——反正切	116
atan2(x,y)——反正切	116
cos(x)——余弦	116
ctg(x)——余切	116

exp(x)——自然对数的幂	116
log(x)——自然对数	116
sin(x)——正弦	116
sqrt(x)——开平方	116
tan(x)——正切	116
toArc(x)——角度变弧度	117
toAng(x)——弧度变角度	117
8.3. 复数类函数	117
complex(r,x)——构造一个复数	117
complex_a(c)——复数的角度	117
complex_m(c)——复数的模值	117
complex_r(c)——复数的实部	117
complex_x(c)——复数的虚部	117
8.4. 谐波分析类函数	117
harm_e(x,n)——谐波有效值	117
harm_m(x,n)——谐波模值	117
harm_a(x,n)——谐波角度	117
harm_r(x,n)——谐波实部	117
harm_x(x,n)——谐波虚部	118
8.5. 单通道分析类函数	118
dpart(x)——直流分量	118
rms(x)——均方根	118
eff(x)——基波有效值	118
mod(x)——基波模值	118
phs(x)——相位	118
delta_mn(x)——突变量(后一周波与前一周波之差)	118
delta_0n(x)——突变量(所有周波与第一周波之差)	118
delta_nn(x)——突变量(同一周波内前半周与后半周之和)	118
dist(x,n)——信号畸变比率	118
8.6. DFT 分析类函数	118
dft_m(x)——离散傅立叶变换(模值曲线)	118
dft_a(x)——离散傅立叶变换(相角曲线)	119
dft_r(x)——离散傅立叶变换(实部曲线)	119
dft_x(x)——离散傅立叶变换(虚部曲线)	119
8.7. 频率类函数	119
freq_x0(x)——信号频率(零交越法)	119
freq_dft(x)——基波频率(DFT 变换插值修正法)	119
8.8. 滤波类函数	119
flt_hamm(x,fs,fl)——海明窗滤波	119
flt_diff(x)——一点差分滤波	119
8.9. 序量分析类函数	119
seq_e(a,b,c,s)——序分量(有效值曲线)	119
seq_m(a,b,c,s)——序分量(模值曲线)	119
seq_a(a,b,c,s)——序分量(相位曲线)	119
seq_r(a,b,c,s)——序分量(实部曲线)	120
seq_x(a,b,c,s)——序分量(虚部曲线)	120

8.10. 功率类函数	120
power_p(U , I1 , I2...)——有功功率	120
power_q(U , I1 , I2...)——无功功率	120
power_s(U , I1 , I2...)——视在功率	120
8.11. 阻抗类函数	120
rx_m(U , I1 , I2...)——阻抗模值	120
rx_a(U , I1 , I2...)——阻抗相位	120
rx_r(U , I1 , I2...)——阻抗实部	120
rx_x(U , I1 , I2...)——阻抗虚部	120
rxk_m(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗模值	120
rxk_a(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗相位	120
rxk_r(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗实部	121
rxk_x(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗虚部	121
8.12. 造波类函数	121
mkwave_c(s,e,a,f)——构造单位周期分量波形	121
mkwave_d(s,e)——构造单位恒定直流波形	121
mkwave_dt(s,e,t)——构造单位衰减直流波形	121
mkwave_f(C1,s,e,C2,i)——组合波形	122
8.13. 其他函数	122
phsd(c1,c2)——两通道相位差	122
9. 编辑配置参数	123
9.1. 模拟量通道参数	123
编辑单个交流通道参数	124
编辑单个非交流通道参数	124
编辑 ABC 三相交流通道参数	125
编辑 ABCN 整组交流通道参数	125
9.2. 开关量通道参数	126
9.3. 一次元件参数	126
线路参数	127
变压器参数	127
发电机参数	128
励磁机参数	129
9.4. 专用配置参数的导出导入	130
导出专用参数配置	130
导入专用参数配置	133
设置专用参数自动关联路径	133
10. 辅助报告	134
10.1. 通道标签	134
添加标签	134
修改指定标签	135
删除指定标签	135
隐藏/显示指定标签	135
10.2. 波形图像剪辑	135
11. 高级文件处理	137
11.1. 文件剪辑	137
11.2. 文件融合	139

12. 动模试验线路参数测试	143
12.1. 正序阻抗测试	144
12.2. 零序阻抗测试	144
12.3. 正序电容测试	144
12.4. 零序电容测试	144
附录 A - 全局选项	145
附录 B - 快捷键	146
附录 C - 针对 CAAP2000 改进的部分	147
附录 D - 比 CAAP2000 新增的功能	149

1. 概述

1.1. 软件功能特色

多操作系统下的分析操作一致性

CAAP2008X 是采用目前最流行的跨平台软件开发工具 QT 开发的，具有良好的平台无关性。

CAAP2008X 除了可以在各种 Windows 平台（如 Windows 2000、Windows XP、Windows 2003、Vista）上运行外，还可以在多种 Linux/UNIX 平台上运行，并提供多平台的用户操作界面一致性。对用户而言，不论用户选用什么操作系统，均可以获得一致的录波数据分析手段。

面向对象的分析手段

CAAP2008X 是采用标准 C++语言开发的，整个系统的体系结构均采用的面向对象的软件设计技术，这里的“对象”是对分析功能和分析元素的抽象建模。如一个通道可以被抽象成一个对象；一条线路或一个变压器也被抽象成一个对象；如谐波分析、阻抗分析、差动分析、打印输出等等分析处理功能也被抽象成一个个对象；这样各个对象组合在一起便构成了 CAAP2008X 的整体系统。

由于采用面向对象的设计手段，使得系统的各个对象组件间的耦合度非常低，因此系统功能可以根据需要方便的扩展。

CAAP2008X 将传统的录波分析模式从简单的面向通道的分析过度到面向元件的分析，从基本的波形趋势分析过度到精确的数值分析。除了提供改进的多种面向通道的分析功能外（如向量分析、谐波分析、非周期分析、滤波、频率计算、突变量计算、开关量变位事件统计等），还提供了大量面向元件和多通道组合的分析手段，如阻抗分析、序量分析、母线差动分析、功率分析、变压器差动分析、变压器过激磁分析、发电机差动分析、发电机失磁分析、发电机失步分析、发电机功角分析、发电机运行极限分析、发变组差动分析、以及可自定义 X-Y 平面的自由分析等。

基于通用的标准 COMTRADE 数据格式

COMTRADE 的英文全称是“ IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems ”，是国际电工委员会制定的标准波形描述文件格式。该标准目前有两个版本，分别是“ IEEE Std C37.111-1991 ”和“ IEEE Std C37.111-1999 ”，即我们常提到的 91 版和 99 版。这两个版本已经被国内外绝大多数继电保护设备制造厂所采纳。

CAAP2008X 是基于标准 COMTRADE 数据格式的通用录波分析平台，只要设备制造厂可以输出 COMTRADE 格式的录波数据文件，均可以用 CAAP2008X 软件系统来分析。

对非标准的 COMTRADE 数据格式智能容错和纠错处理

由于各个设备制造厂及制造厂内各研发小组对 COMTRADE 规范理解的差异，导致各制造厂的多种型号的装置输出的 COMTRADE 格式文件存在不同程度的差异，而目前还没有一个软件产品可以对这些差异进行纠正和兼容，对用户而言，分析不同厂家的不同型号甚至不同版本的装置产生的数据时，都要选用不同的分析平台。

CAAP2008X 采用了智能容错和纠错处理技术，对不严重的差异可以智能兼容，对严重的不符合 COMTRADE 规范的错误，可以提出纠正建议，目前可以完全兼容国内所见的所有厂家的所有型号和版本的装置输出的 COMTRADE 格式数据文件。

在线编辑通道和元件配置参数及配置参数的导出、导入和自动关联

由于 COMTRADE 标准中仅规范了通道的基本属性，没有对一次元件参数的描述做任何规范，更没有规范如何描述一次元件与通道的关联关系，而这些信息对故障录波高级分析是不可或缺的。

基于故障录波面向元件高级分析功能的需要，CAAP2008X 对 COMTRADE 规范进行了兼容性扩充，定义了一整套电力系统一次元件的数字参数模型，包括线路、变压器、发电机、励磁机、发变组等。

在 COMTRADE 1999 版的“.inf”文件格式规范中，明确定义了兼容范围（Public 部分）和专用范围（Private 部分）。兼容是所有厂家必须严格遵守的部分，对所有厂家均是兼容的；而专用范围是各个厂家可自定义扩充的部分，为各厂家的专有特性提供了可扩展的接口。

CAAP2008X 的补充定义利用了 COMTRADE 1999 版在“.inf”文件中的“Private”专用范围的可扩充规范，与其“Public”的兼容范围不发生任何冲突。

我公司生产的各种型号的录波装置均可以直接输出含有这些补充定义内容的 COMTRADE 格式数据，而对于其他厂家输出的不含有这些补充参数的数据文件，或者是 COMTRADE 1991 版的数据文件，CAAP2008X 提供在线编辑这些参数的操作接口，可以在线编辑通道属性（如变比参数等）线路参数、变压器参数（包括主变、厂用变、励磁变等）、发电机参数和励磁机参数，并且可以设置各种一次元件与通道的关联关系。

对于同一个录波数据记录装置（如保护或录波器），其配置参数通常在一个较长时期内不会发生改变，为了方便处理同一录波数据记录装置的多次录波，避免重复的参数输入，减少人为输入出错概率，CAAP2008X 对配置好的补充参数可以单独导出保存，可以手动导入；如果您为每个装置产生的数据分别建立了独立的数据存储目录，那么就可以在 CAAP2008X 中设置专用参数配置文件与数据目录的关联关系，以后再打开这个目录中的数据时，CAAP2008X 会自动关联上指定的参数配置文件并导入配置参数。

可自定义扩充的电力故障录波分析专用公式编辑器

CAAP2008X 为电力故障录波分析处理而设计了专用的公式编辑器，给用户提供脚本形式的公式编辑接口，除提供基本的数学计算和表达式处理功能外，特增加了超过 50 个电力故障录波分析专用函数接口和复数计算接口，如功率计算类、频率计算类、滤波类、谐波分析类、阻抗计算类、离散傅立叶分析类、序量计算类、单通道分析类、造波类等；另外采用脚本编程形式，可支持多行表达式和临时变量，大大提高了分析计算能力，通过修改预定义的临时变量，可方便实现自定义的通用分析公式，扩充现有的函数库。公式编辑器还支持注释信息，大大提高了自定义公式的可读性。

保护动作边界定义和故障过程演播

在阻抗分析、母线差动分析、变压器差动分析、发电机差动分析、发电机失磁分析、发电机失步分析、发电机运行极限分析、发变组差动分析、以及可自定义 X-Y 平面的自由分析等分析功能中均提供了保护动作边界定义和故障过程演播功能，可动态回放系统故障时从用户指定的保护动作区外穿越保护动作区的全过程。

录波文件的剪辑与融合

CAAP2008X 可以将录波文件中的部分时间段内的部分通道波形裁减出来保存成单独的文件，采用优化的插值抽样算法，软件也实现了将多个文件的通道波形融合成一个文件，放在同一个时间坐标系统中分析处理。

曲线优化绘制

CAAP2008X 采用双缓冲技术绘制通道波形，消除刷新闪烁，给人良好的视觉效果。

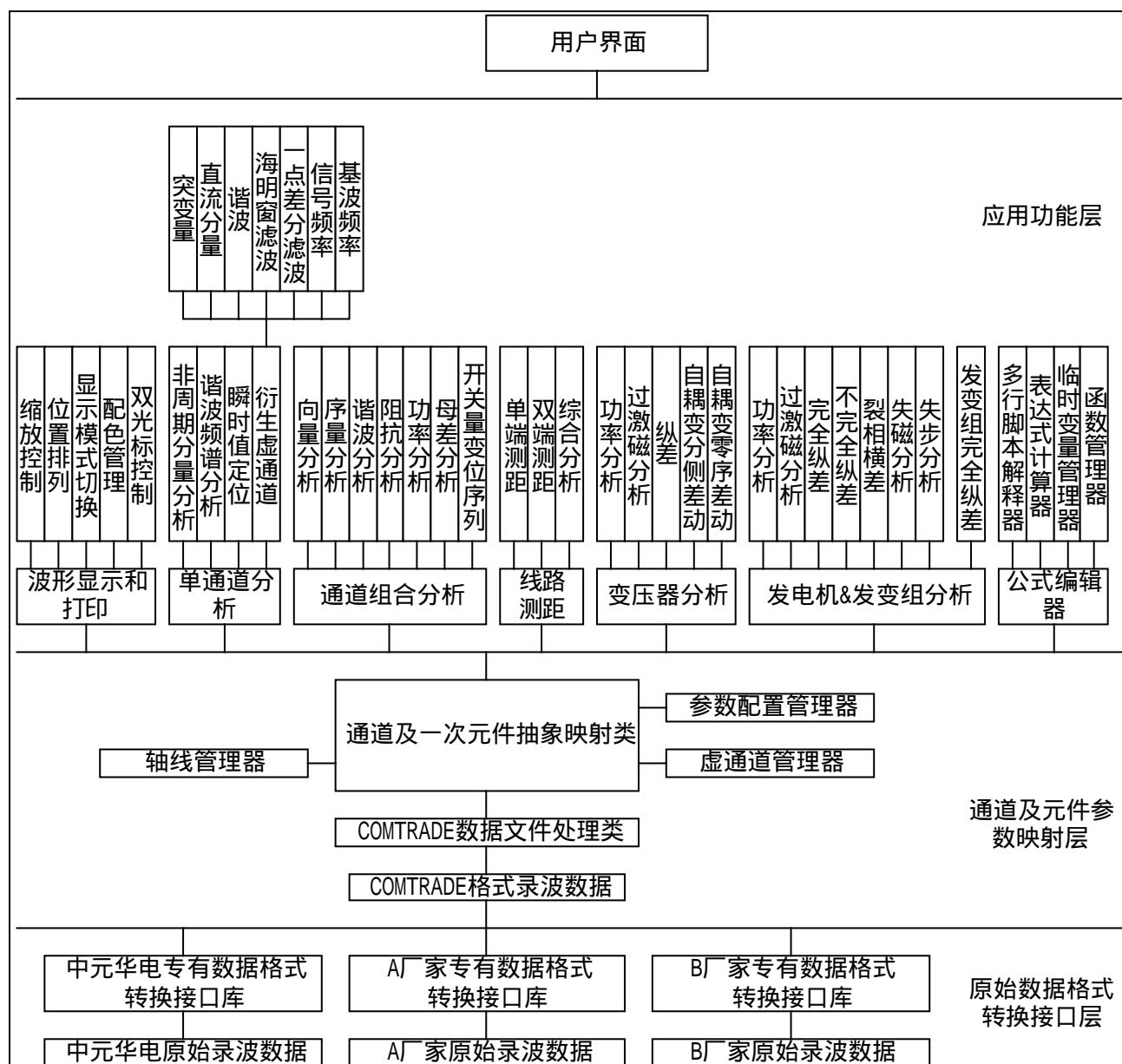
另外，在分析一个记录时间很长的高采样率波形时，当需要观察波形的整体趋势时要对波形进行压缩显示。对波形进行高比例压缩后，一个屏幕内绘制的点数会非常多，由于屏幕的物理象素数是有限的，因此就会出现在同一个象素点重复绘制很多次的情况，绘制效率很低，CAAP2008X 采用选择性抽点技术来优化绘图效率，采用选择性抽点的目的是大幅减少重复绘图指令数目，同时又可以保证波形整体趋势不失真。

1.2. CAAP2008X 软件体系架构图

CAAP2008X 的整个系统框图如【图 1.2.1】所示：

CAAP2008X 采用面向对象的逐层抽象的体系结构，各个层次之间采用低耦合的接口衔接，这种体系结构便于系统的维护和功能扩充。

CAAP2008X 的核心是基于 COMTRADE 数据格式的，但由于当前电力系统采用的保护和录波装置的多样性，有很多录波数据是各厂家自己定义的，即使是 COMTRADE 格式也有多种版本和程度不同的差异，因此如果将应用功能和 COMTRADE 格式绑定太紧密的话，就会导致系统的耦合度太高，功能难以扩充，当有新标准出现时系统难以维护。因此需要对软件系统进行分层次的抽象映射，尽可能降低最终应用功能与原始数据结构的耦合度。



【图 1.2.1】

从下到上的各抽象层的作用如下：

原始数据格式转换接口层

该层是一个可选扩充的功能层，格式转换接口程序由设备制造厂提供，经过CAAP2008X的整合来统一调用，将各制造厂输出的原始数据转换成标准的COMTRADE格式。

通道及元件参数映射层

该层是CAAP2008X数据结构的核心抽象层，起到承上启下的关键作用，它主要有两类数据结构组成：一是基于COMTRADE格式的数据结构，用来处理各种版本的COMTRADE数据文件；二是通道及元件参数抽象映射类数据结构，这一抽象映射类数据结构是与原始数据文件无关的直接面向功能应用的数据结构。在这一层实现由COMTRADE到抽象映射类数据结构的交集映射。

应用功能层

该层依托抽象映射类数据结构实现具体的故障录波分析和显示功能，这些功能根据各自的特性被分解成多个功能模块组件，包括波形显示和打印、单通道分析、通道组合

分析、线路测距、变压器专用分析、发电机专用分析、发变组分析、公式编辑器等。

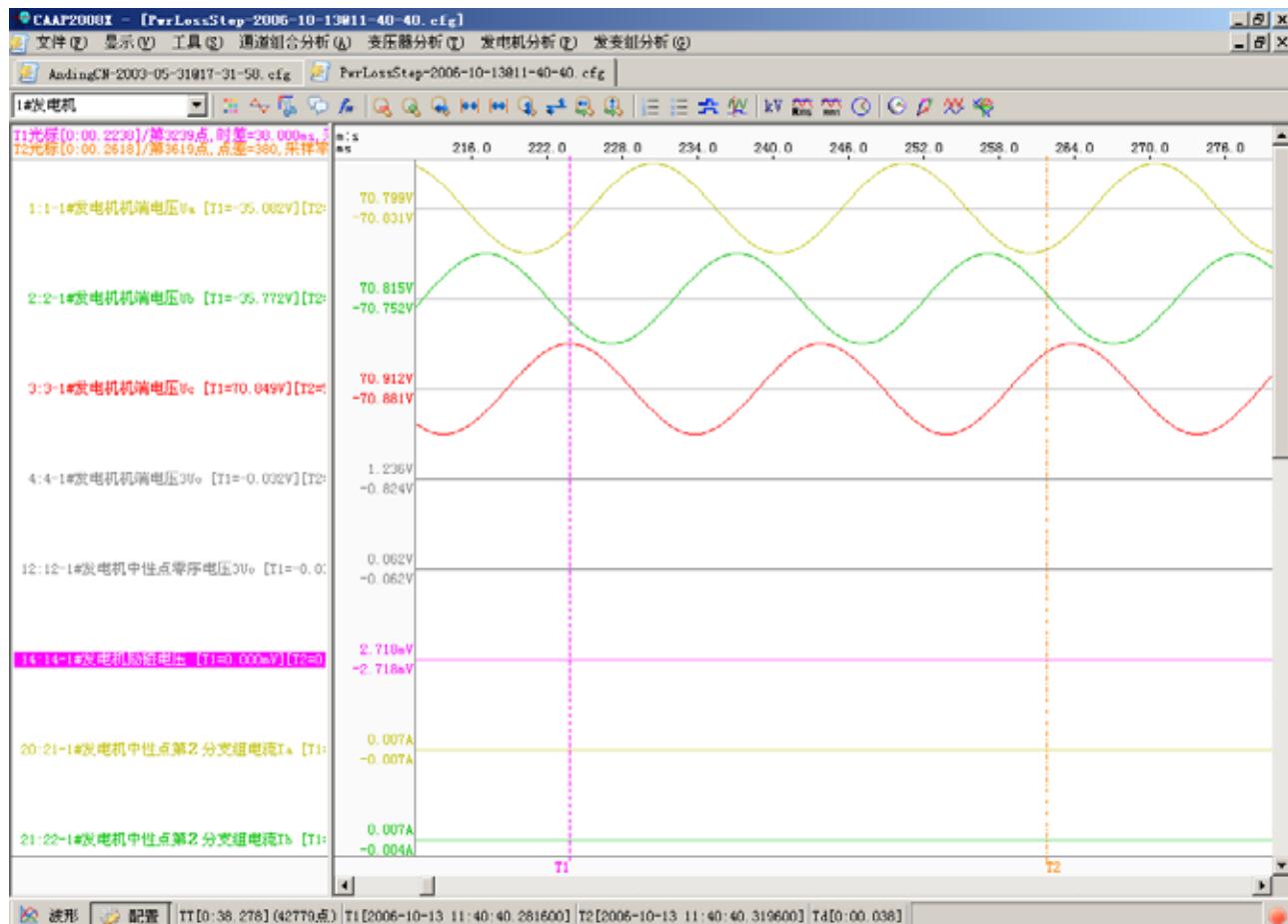
用户界面

用户界面层实现对各种界面元素的布局管理、分析所需输入参数的设置管理、分析结果的图表显示、用户操作响应等人机接口功能，是用户可见的操作平台。

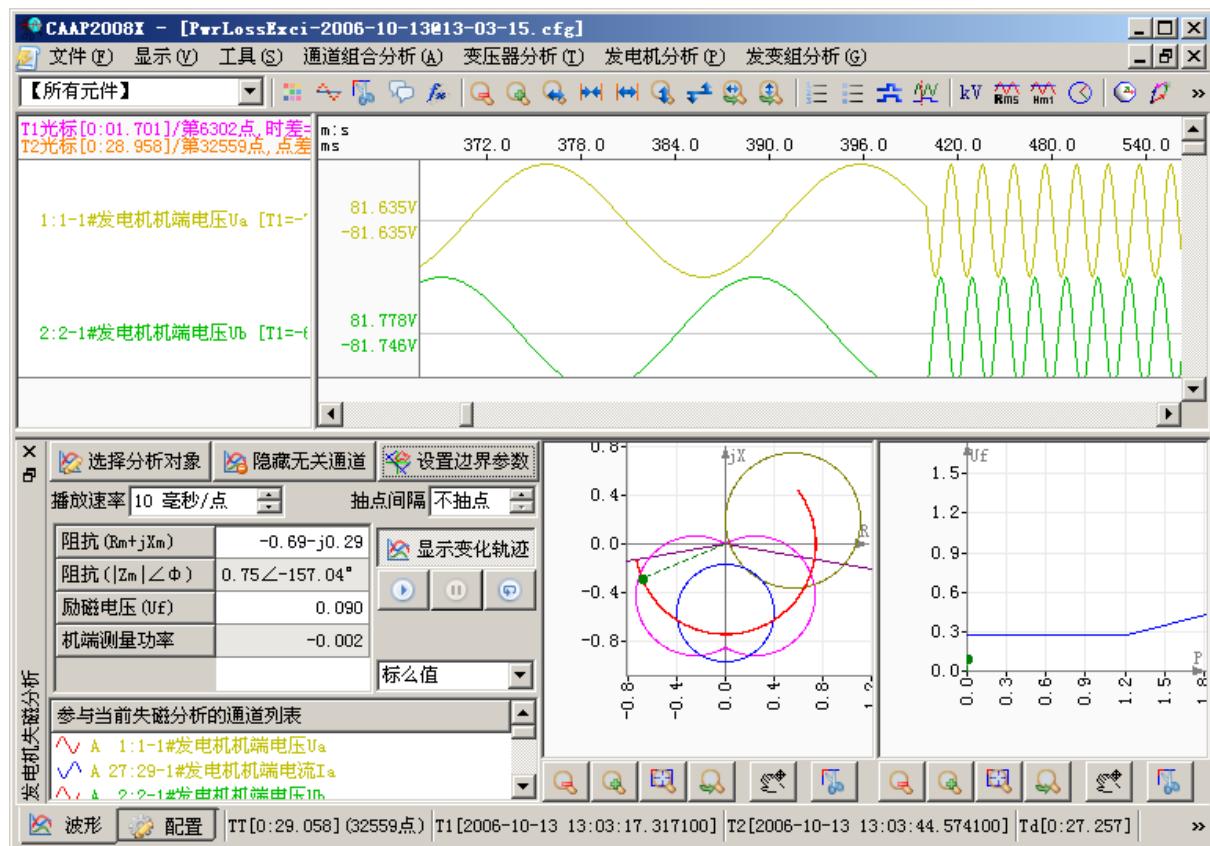
1.3. 主界面

运行 CAAP2008X，打开一个录波文件，现如【图 1.3.1】所示的主界面。

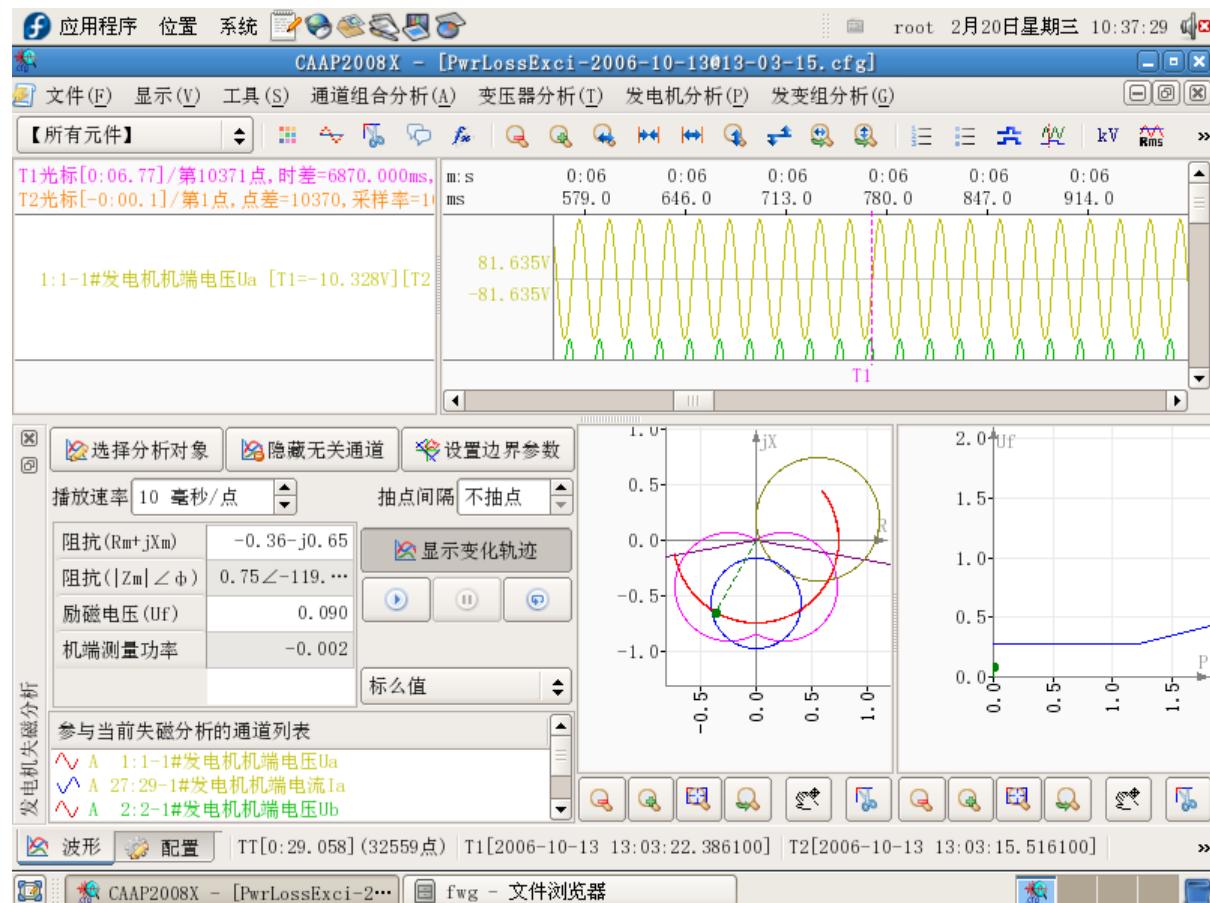
【图 1.3.2】和【图 1.3.3】分别是 CAAP2008X 运行于 Windows 平台和 Linux 平台下分析发电机失磁特性的画面效果。



【图 1.3.1】



【图 1.3.2】



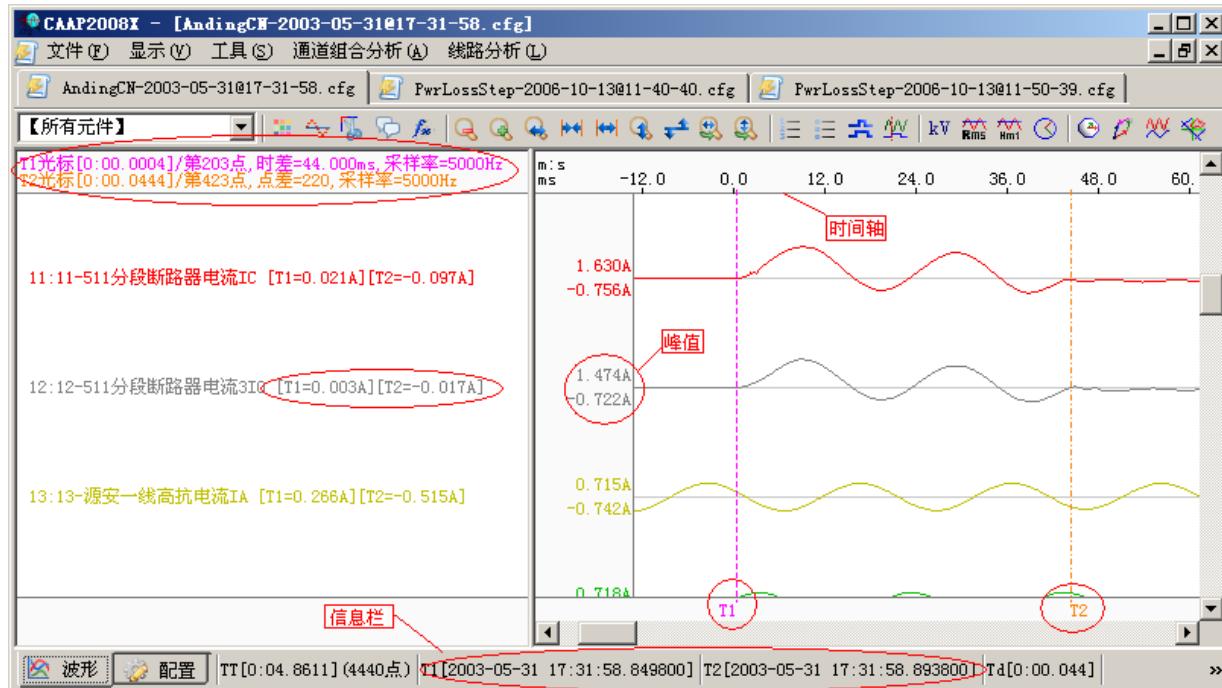
【图 1.3.3】

2. 波形显示

2.1. 光标定位

双光标定位

在 CAAP2008X 的波形分析画面中有 T1 和 T2 两个光标，用鼠标左键按下来定位 T1 光标，鼠标右键按下定位 T2 光标。T1 光标是紫色的虚线，T2 光标是橙黄色的点划线，如【图 2.1.1】所示。光标定位后在通道名上可以看到两个光标的当前值；在通道名视区的最上边可以看到两个光标点的采样点序号、相对时间、采样率等信息；在下边的信息栏内可以看到两个光标的绝对时间信息。



【图 2.1.1】

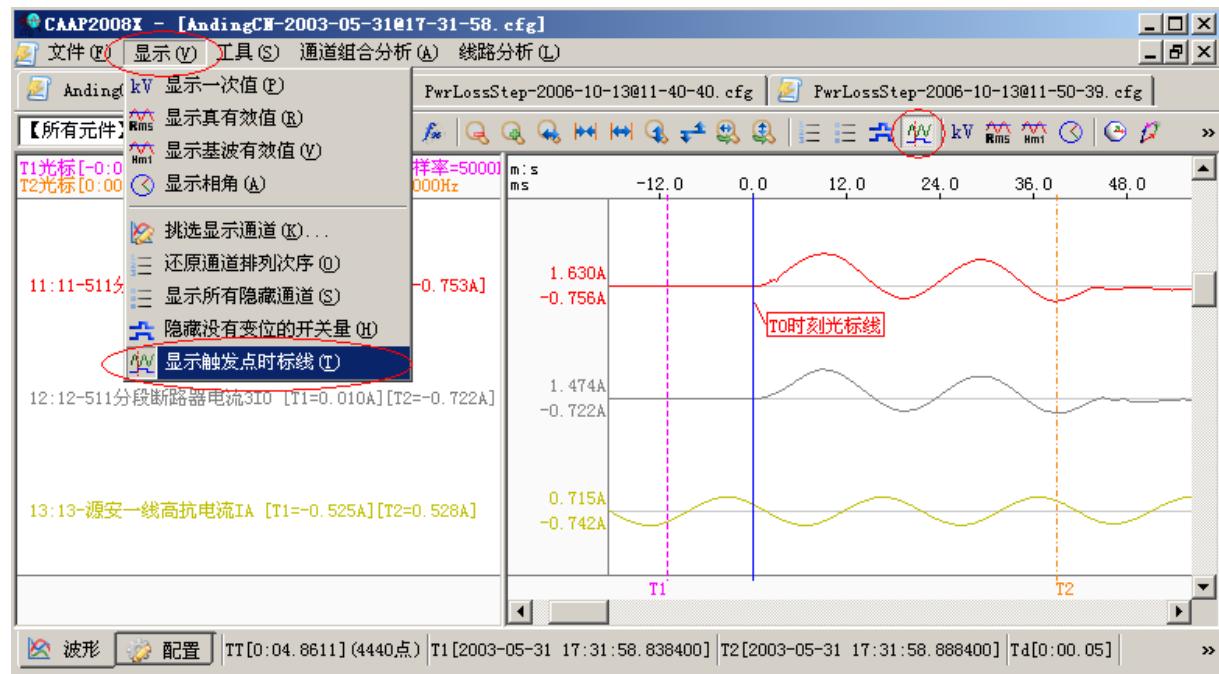
双光标位置微调

使用键盘的左右方向键，可以微调 T1 光标光标位置；按住键盘的 Shift 功能键后再按左右方向键，可以微调 T2 光标光标位置；微调时每次移动 1 个采样点。

使用键盘的 Home/End 键可以将 T1 光标快速定位到录波起始/结束点；按住键盘的 Shift 功能键后再按 Home/End 键可以将 T2 光标快速定位到录波起始/结束点。

显示/隐藏“T0”时刻光标

选择主菜单的【显示 - 显示触发时标线(T)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示触发时标线(T)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以显示或隐藏录波“T0”时刻光标线，如【图 2.1.2】，“T0”时刻光标线是蓝色的实线。



【图 2.1.2】

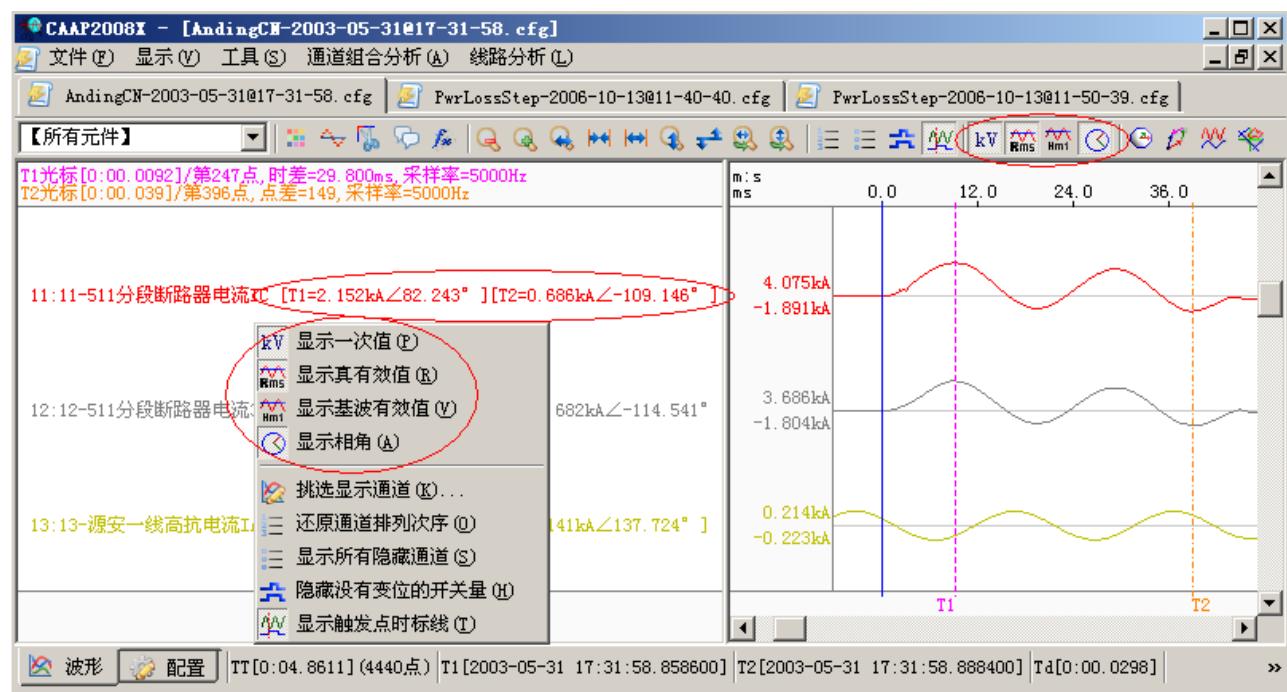
设置自定义 T0 时刻

如果觉得波形数据文件中的 T0 时刻与实际 T0 时刻有偏差 , 用户可以自定义 T0 时刻。首先将 T1 光标定位到期望的 T0 时刻位置 , 然后选择【显示 - 将当前 T1 光标点作为 T0 ' 光标点 (T0')】菜单即可。定位 T1 光标后 , 按键盘【T】键可实现同样功能。

选择【显示 - 取消自定义的 T0 ' 光标 (D)】菜单 , 或按键盘【Ctrl+D】键 , 均可取消用户自定义的 T0 ' 光标。

2.2. 通道显示值切换

在 CAAP2008X 中 , 可以通过主菜单、工具栏上的按钮以及右键菜单方便的实现一次值、二次值、瞬时值、真有效值、基波有效值以及相角等显示值之间的选择和切换 , 如【图 2.2.1】显示的是一次真有效值和相角。



【图 2.2.1】

显示一次值

选择主菜单的【显示(V) - 显示一次值(P)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示一次值(P)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以切换显示一次值和二次值。

显示真有效值

选择主菜单的【显示(V) - 显示真有效值(R)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示真有效值(R)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以切换显示瞬时值和真有效值。

显示基波有效值

选择主菜单的【显示(V) - 显示基波有效值(V)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示基波有效值(V)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以切换显示瞬时值和基波有效值。

显示相角

选择主菜单的【显示(V) - 显示相角(A)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示相角(A)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以切换显示/隐藏相角值。

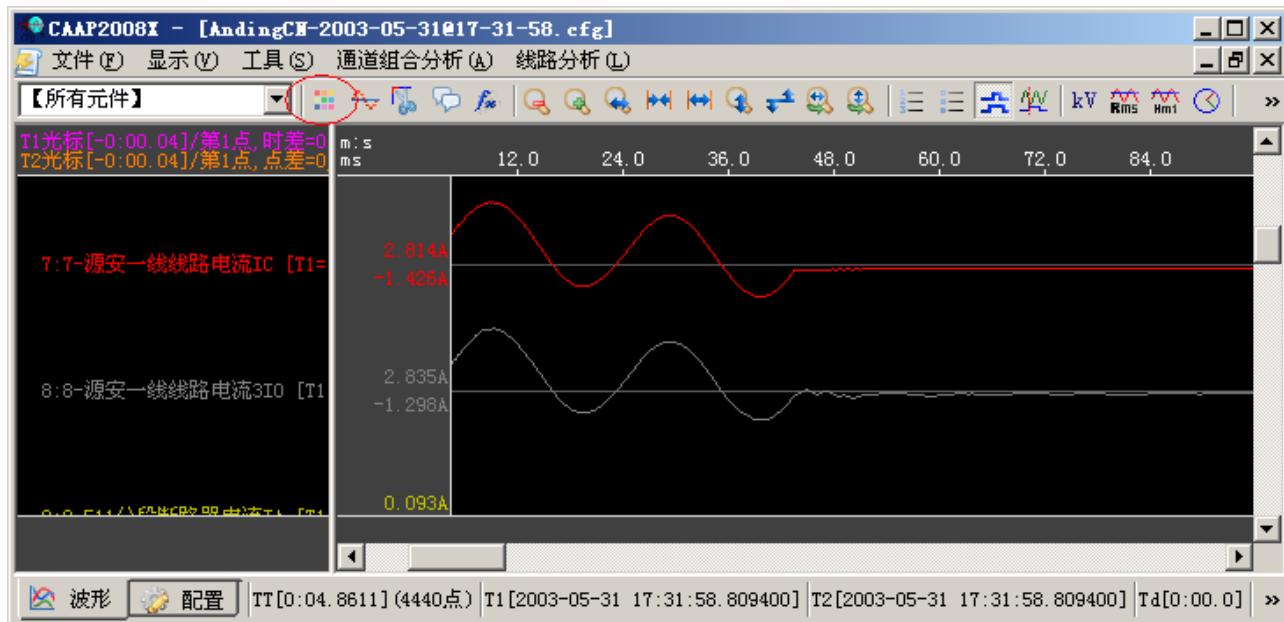
2.3. 显示颜色切换

切换背景配色方案

CAAP2008X 的主界面提供黑色、白色和灰色三种背景配色方案，软件的默认配色方

案是黑色背景。在电脑屏幕上黑色背景比白色背景看起来显示效果更好；但白背景适合制作需要打印机输出的文档资料；而灰色背景在投影显示时效果较好。

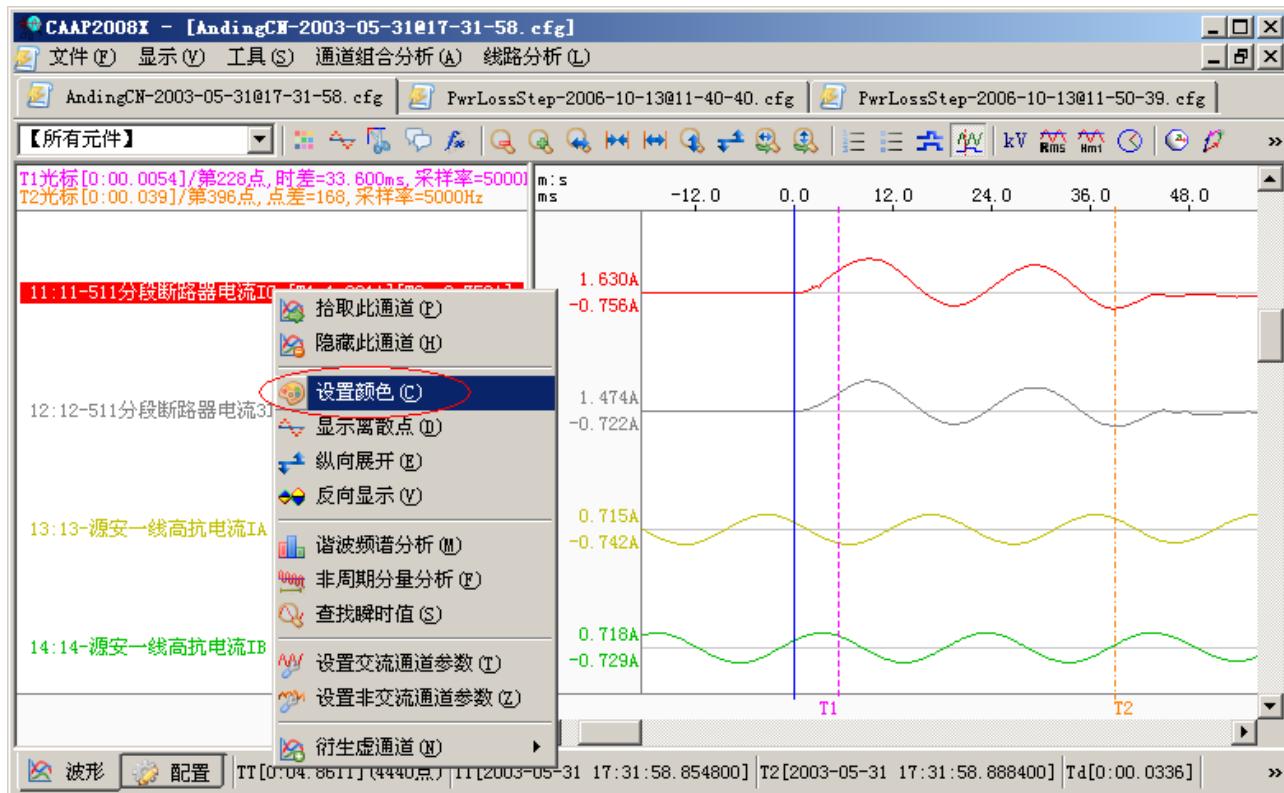
点击工具栏上的【】按钮即可切换背景色，如【图 2.3.1】。



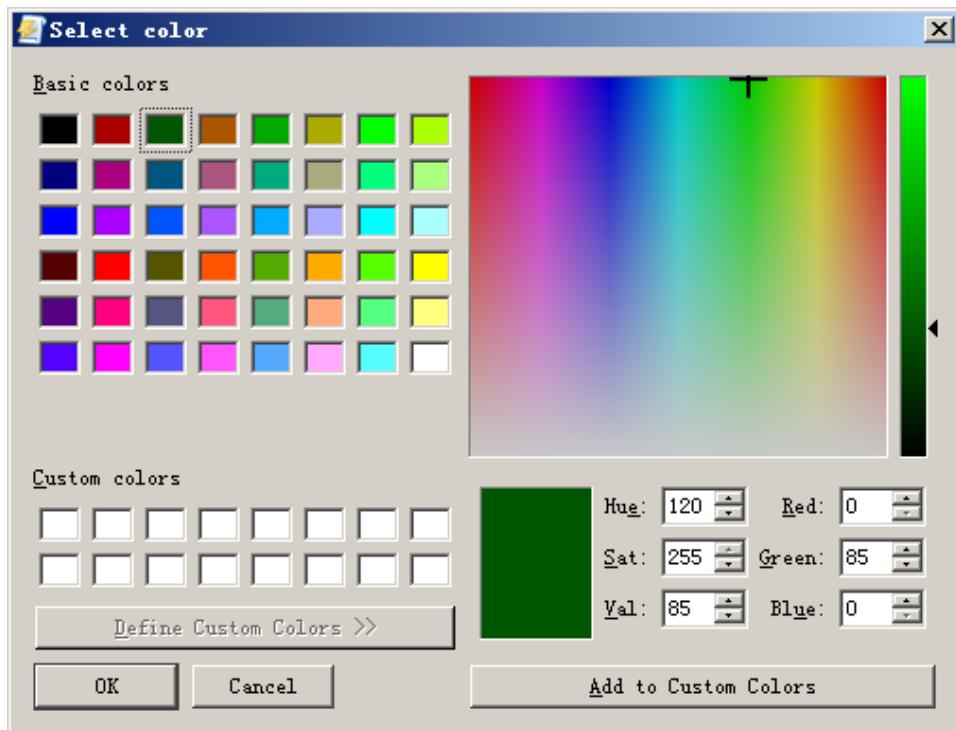
【图 2.3.1】

修改通道颜色

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击需要修改显示颜色的通道名，会弹出如【图 2.3.2】所示的快捷菜单，选择【修改通道颜色(C)】菜单即会弹出通道颜色修改画面，如【图 2.3.3】，在该画面中指定通道的新颜色即可。



【图 2.3.2】

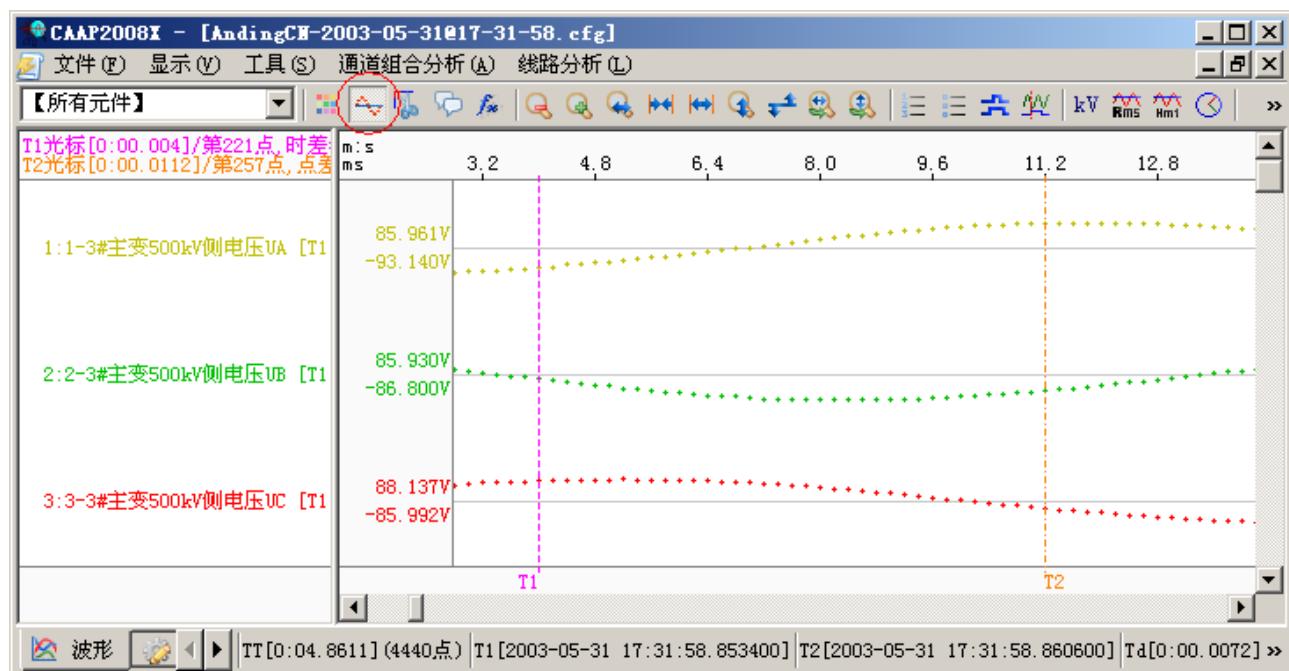


【图 2.3.3】

2.4. 通道绘制模式切换

离散点模式绘制所有通道

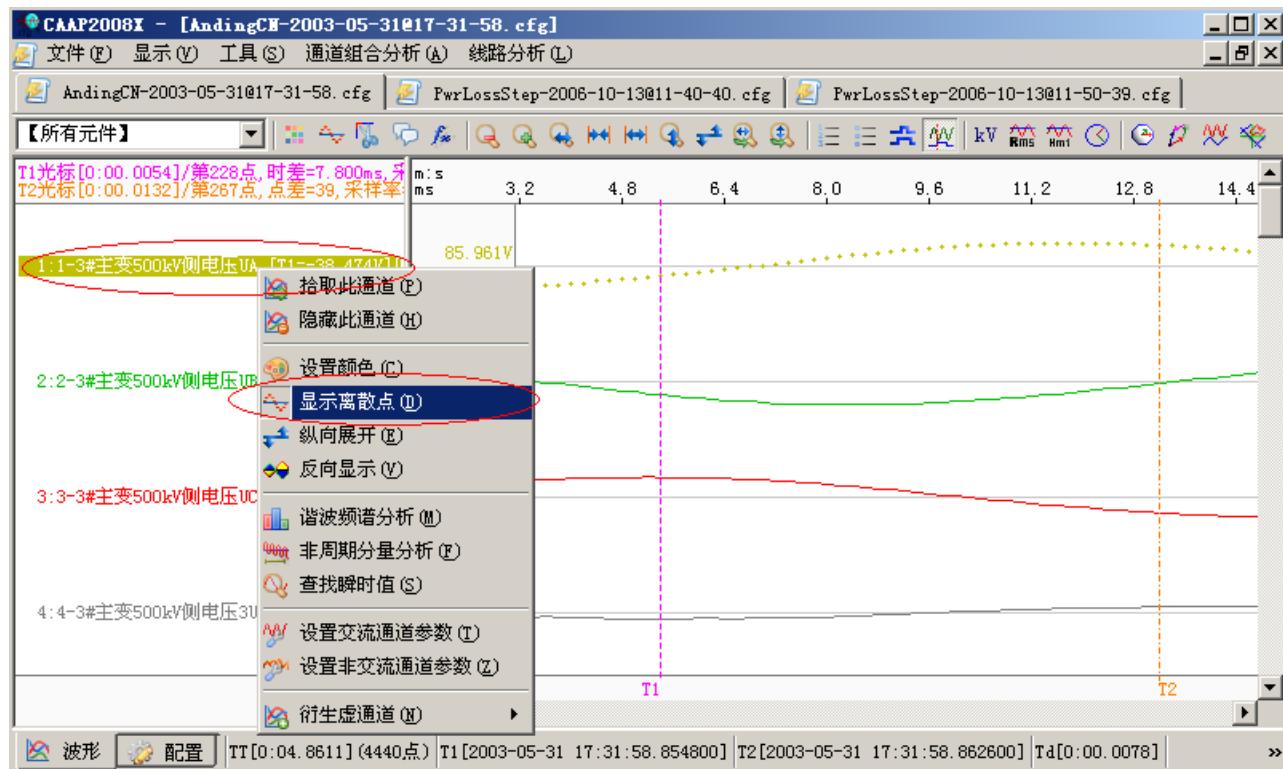
点击工具栏上的 按钮，可以切换所有通道曲线是否按离散点模式绘制，如【图 2.4.1】。



【图 2.4.1】

离散点模式绘制指定通道

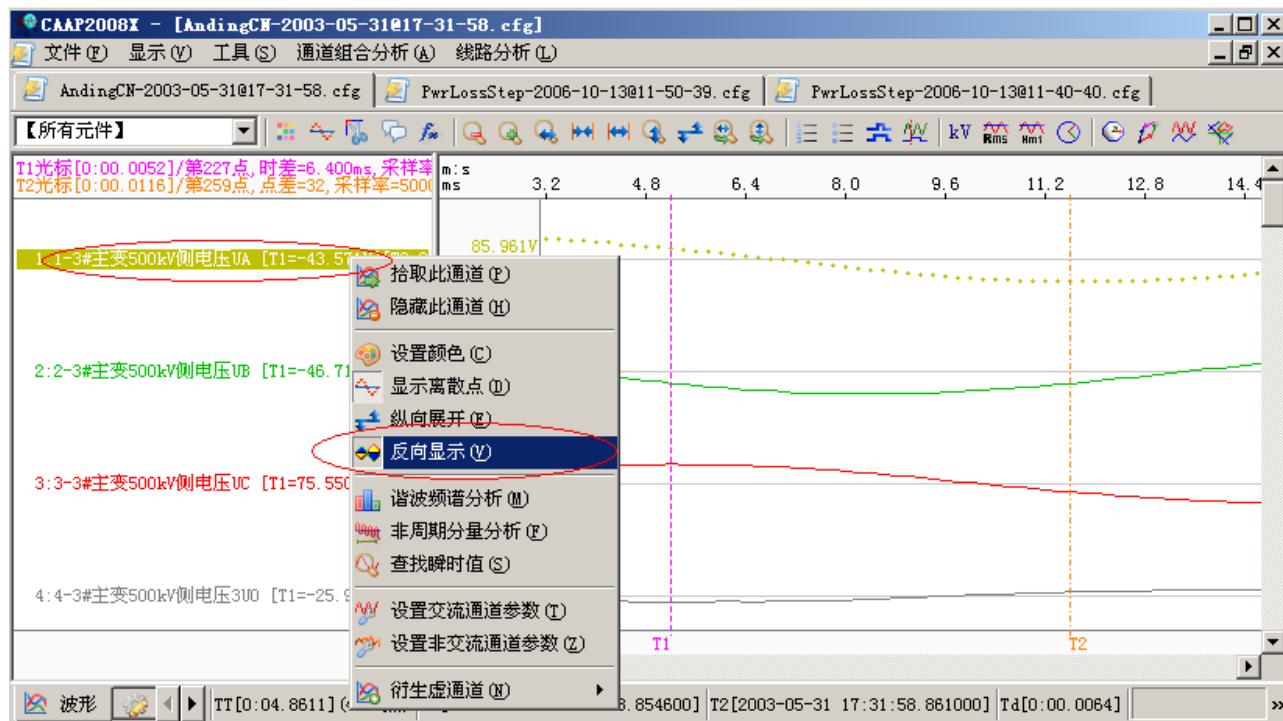
在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击一个通道名，会弹出如【图 2.4.2】所示的快捷菜单，选择【显示离散点(D)】菜单可切换指定通道是否按离散点模式绘制。



【图 2.4.2】

反向绘制指定的模拟量通道

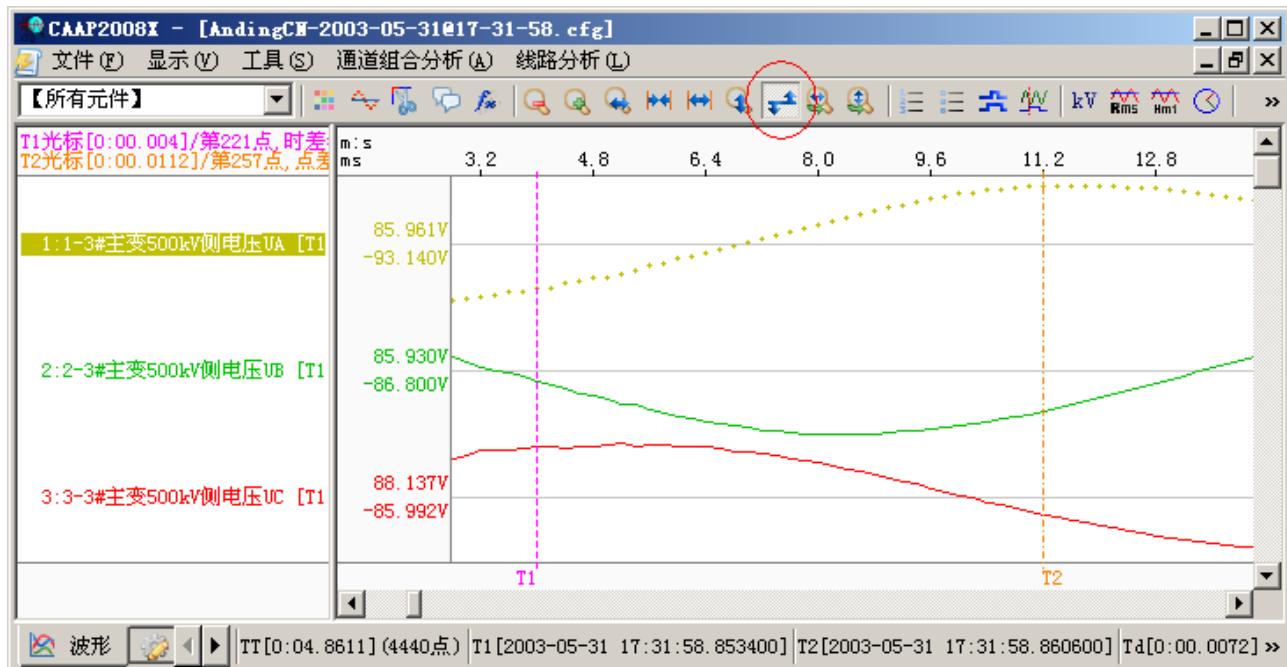
在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击一个模拟量通道名，会弹出如【图 2.4.3】所示的快捷菜单，选择【反向显示(V)】菜单可切换指定通道是否反向绘制。



【图 2.4.3】

纵向展开所有模拟量通道

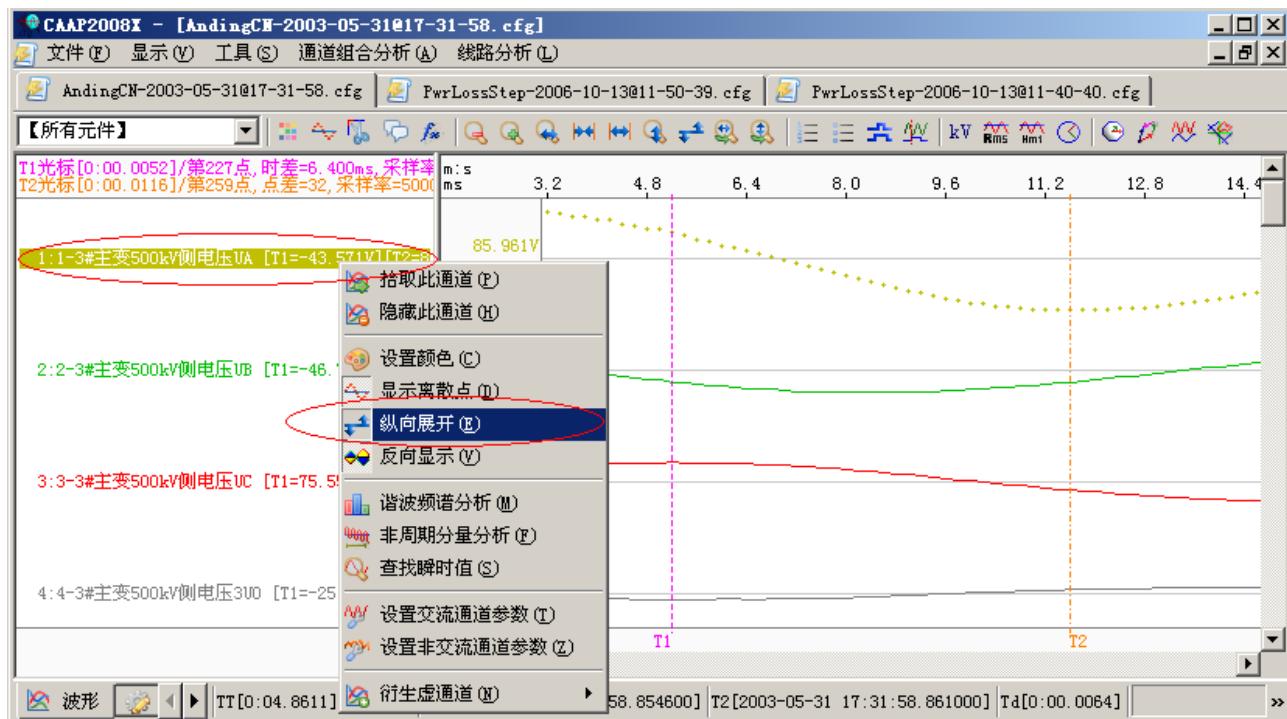
点击工具栏上的【】按钮，可以切换所有通道曲线是否纵向展开，如【图 2.4.4】。



【图 2.4.4】

纵向展开指定的模拟量通道

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击一个模拟量通道名，会弹出如【图 2.4.5】所示的快捷菜单，选择【纵向展开(E)】菜单可切换指定的模拟量通道是否纵向展开。

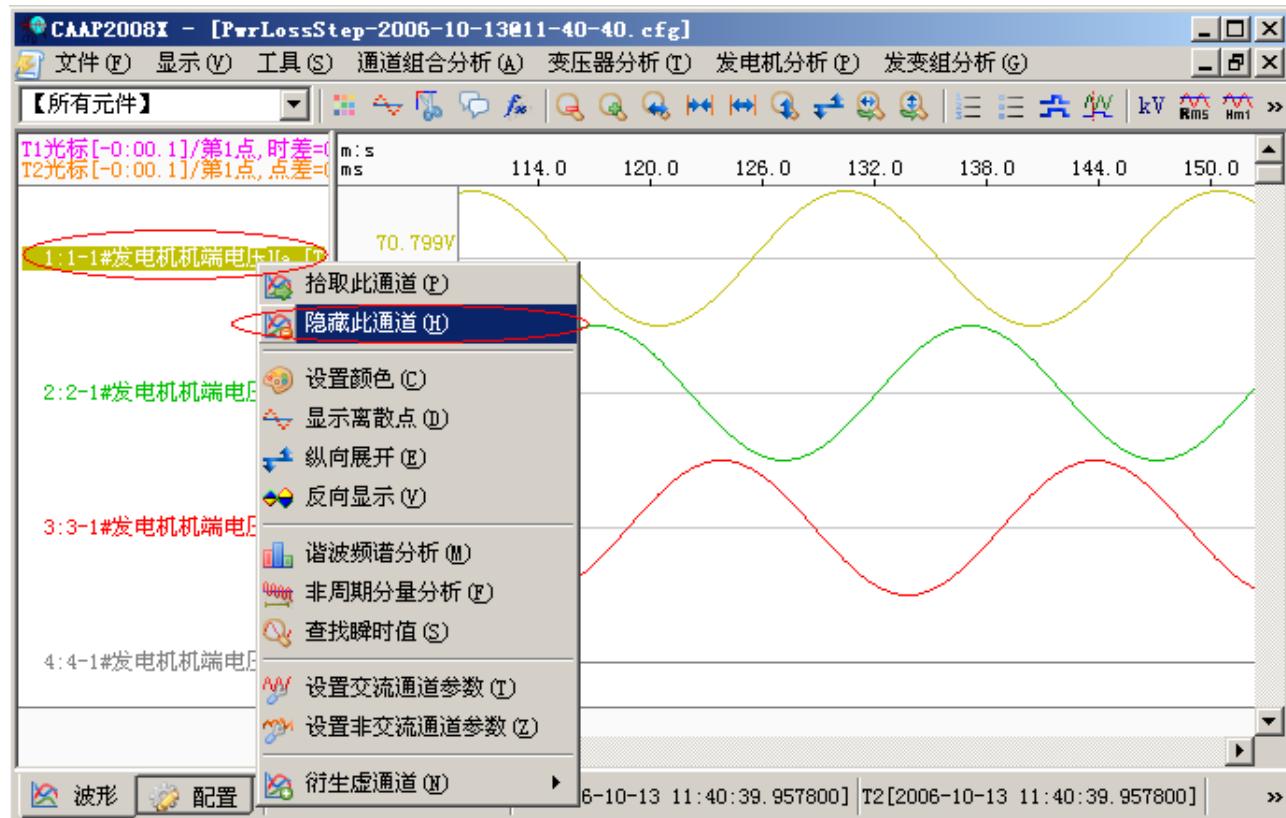


【图 2.4.5】

2.5. 通道显示和隐藏

隐藏指定通道

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击一个通道名，会弹出如【图 2.5.1】所示的快捷菜单，选择【隐藏此通道(H)】菜单即可隐藏该通道曲线。

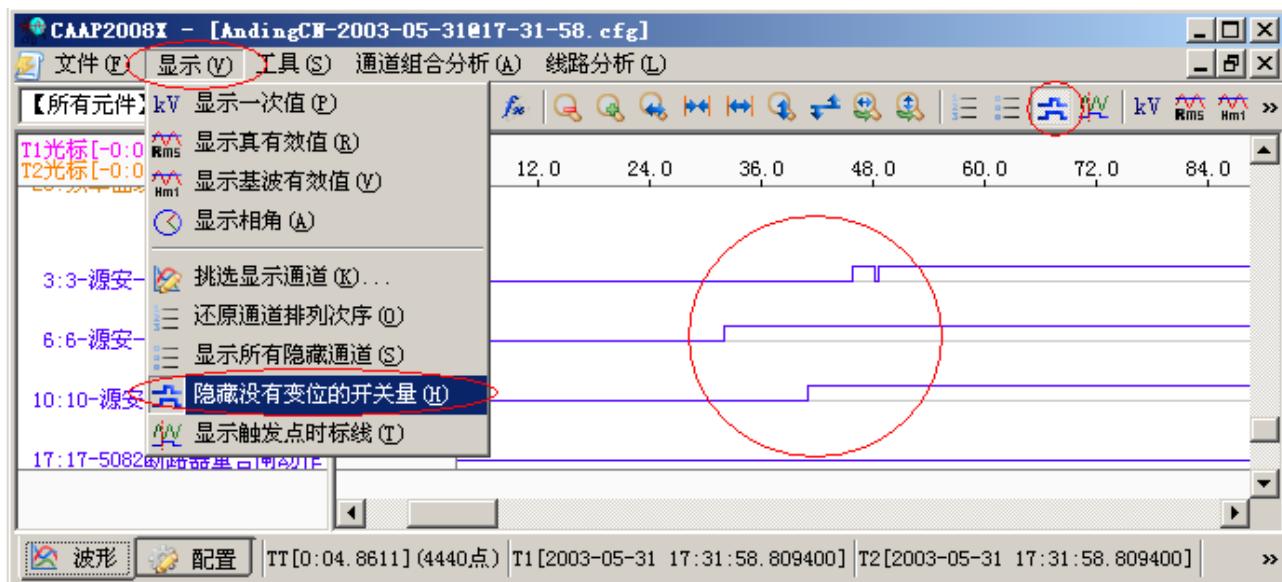


【图 2.5.1】

隐藏没有变位的开关量通道

选择主菜单的【显示(V) - 隐藏没有变位的开关量(H)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【隐藏没有变位的开关量(H)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以切换是否隐藏没有变位的开关量，如图【2.5.2】。

默认情况下，有变位的开关量通道是用亮蓝色绘制的，没有变位的开关量通道是用青色绘制的。

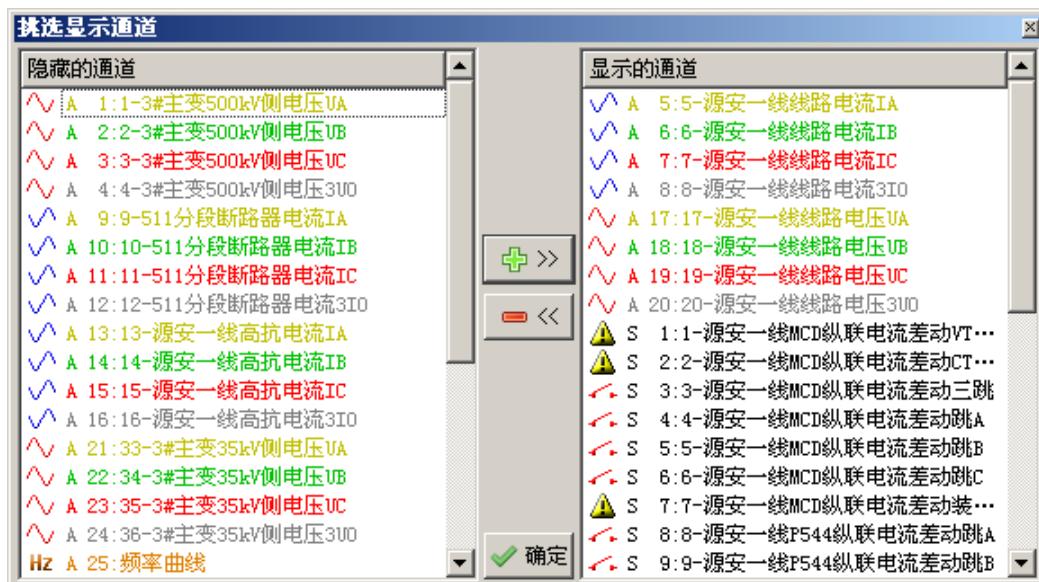


【图 2.5.2】

挑选显示通道

选择主菜单的【显示(V) - 挑选显示通道(K)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【挑选显示通道(K)】，均可以弹出『挑选显示通道』对话框，如图【2.5.3】。

该对话左侧的列表中列出的是被隐藏的通道，右侧列表中列出的是需要显示的通道；用鼠标左键双击列表中的通道可以将该通道在两个列表中相互搬移。

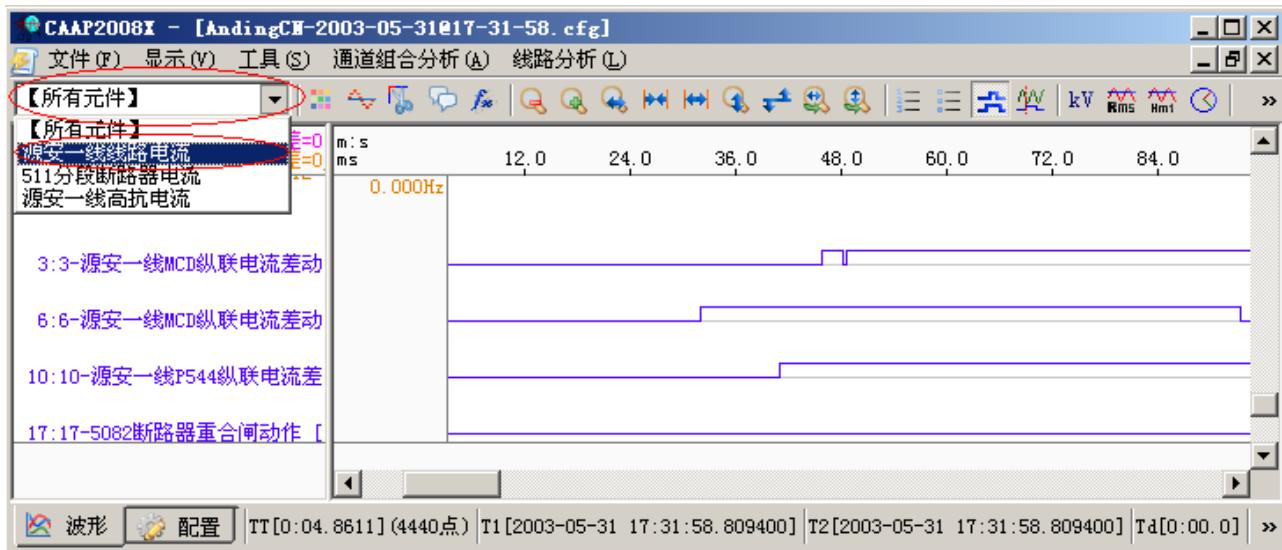


【图 2.5.3】

仅显示指定的一次元件相关的通道

如图【2.5.4】，在工具栏左侧的元件选择组合框中，选择一个一次元件，CAAP2008X 将自动隐藏所有与该元件无关的通道，而仅显示与该元件相关的通道。

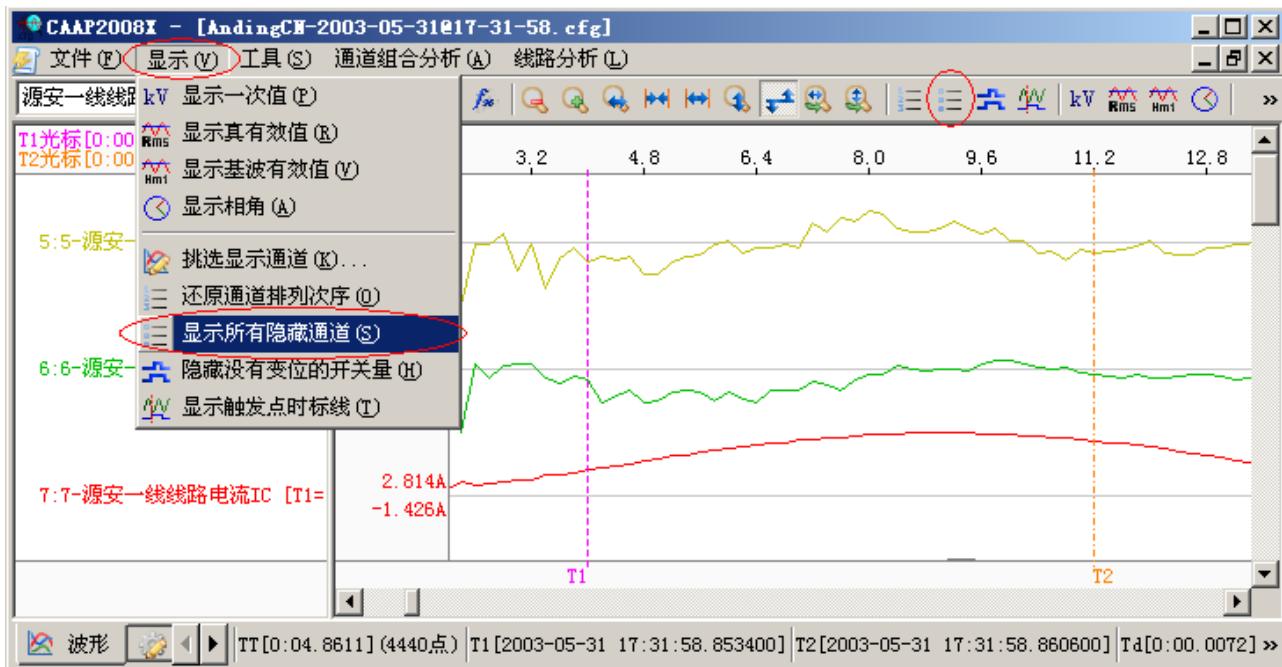
当选择【所有元件】时，CAAP2008X 将显示所有通道。



【图 2.5.4】

显示所有通道

选择主菜单的【显示(V) - 显示所有隐藏通道(S)】菜单；或在通道名视区中点击鼠标右键，在弹出的菜单中选择【显示所有隐藏通道(S)】；或点击工具栏上的【☰】按钮，均可以立即显示所有被隐藏的通道，如图【2.5.5】。



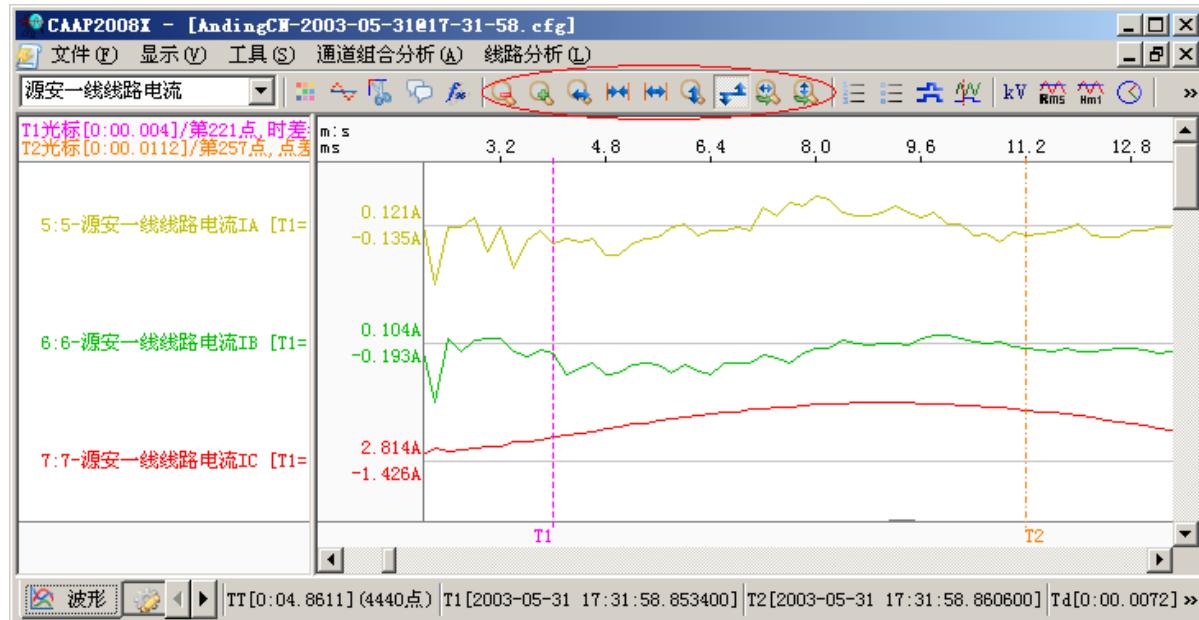
【图 2.5.5】

3. 波形缩放

CAAP2008X 支持波形的横向和纵向单独缩放。横向缩放是沿时间轴方向的缩放；纵向缩放是沿幅值方向的缩放，可对每个模拟量通道单独控制。

无论如何缩放均可自由滚动定位、可迅速还原、可迅速显示全图。

缩放控制均由主画面的工具栏按钮实现，如【图 3.1】：



【图 3.1】

3.1. 横向缩放

横向定比缩放

每点击一次工具栏中的【】按钮，波形沿时间轴方向缩小到当前的一半；每点击一次工具栏中的【】按钮，波形沿时间轴方向放大到当前的两倍。

横向区间展开

横向区间展开是将 T1 和 T2 两个光标线之间的波形展开到整个波形绘图区中。

在 CAAP2008X 中，首先用 T1 和 T2 光标限定需要展开的波形区间，然后点击工具栏中的【】按钮即可。

横向自由放大

首先点击工具栏中的【】按钮，之后将鼠标移动到波形区域后，鼠标光标将显示为【】。

在需要放大的区间左侧按下鼠标左键不放，然后移动鼠标光标，此时 T2 光标线会跟随鼠标光标移动，在需要放大的区间右侧放开鼠标左键，此时选定的区间就被放大到整个波形绘图区中了。

横向显示全图

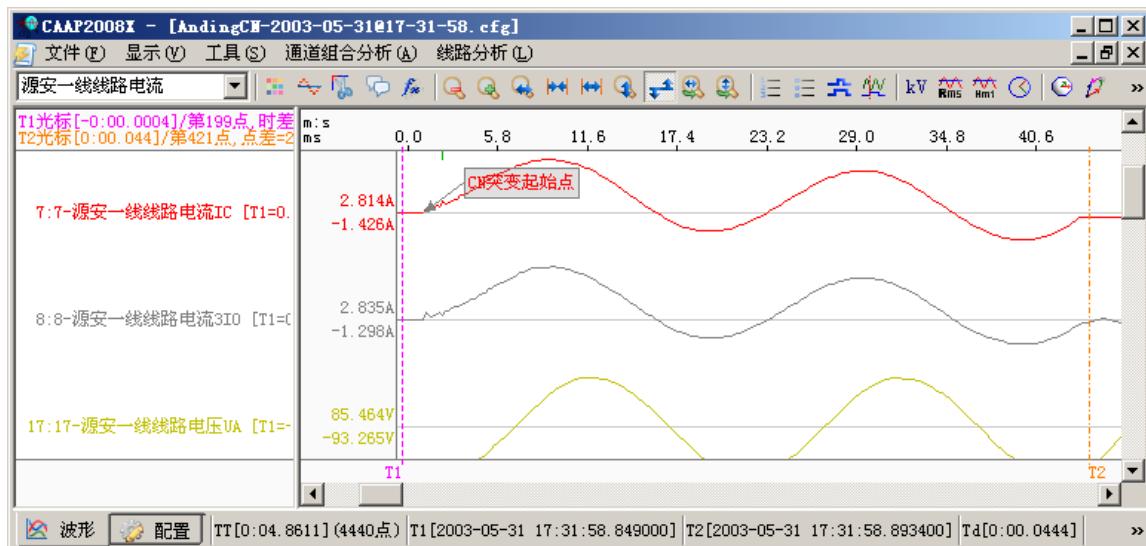
点击工具栏中的 按钮，整个波形将被压缩显示在波形绘图区中。

横向缩放比例还原

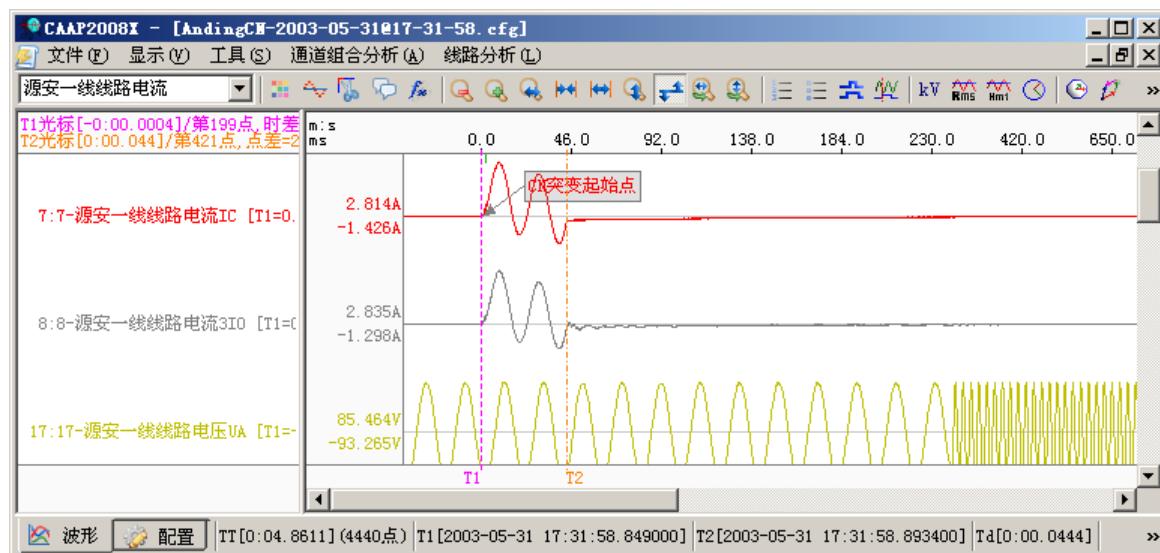
点击工具栏中的 按钮，将横向缩放比例恢复到 100%。

【图 3.1.1】是横向放大后的效果，【图 3.1.2】是横向缩小后的效果，【图 3.1.3】是横向显示全图的效果。

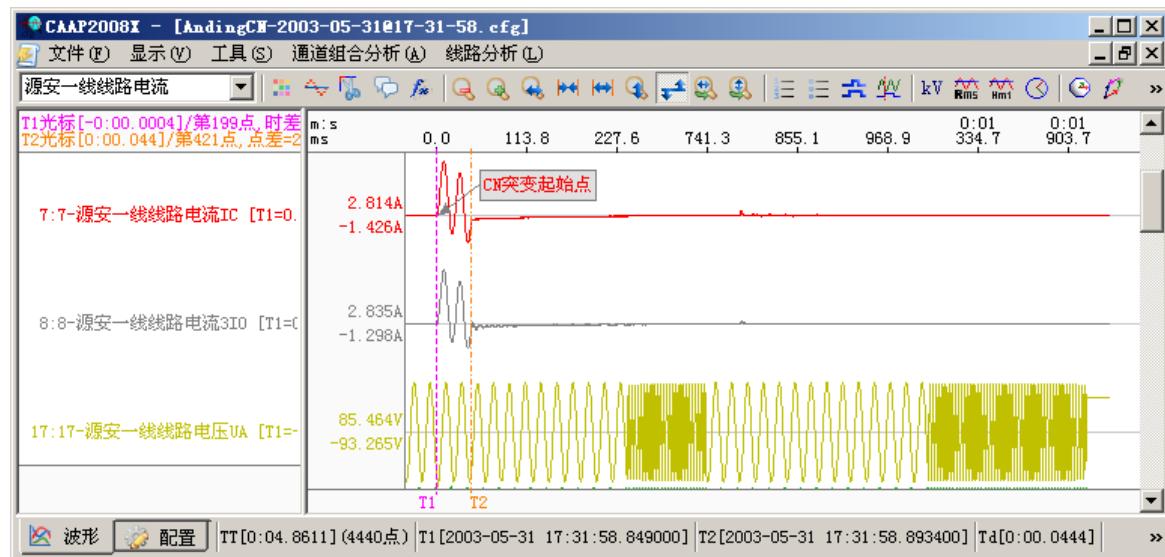
横向缩放的最小比例是在波形绘图区内可以显示全图，最大比例是在波形绘图区内至少显示两个采样点。



【图 3.1.1】



【图 3.1.2】

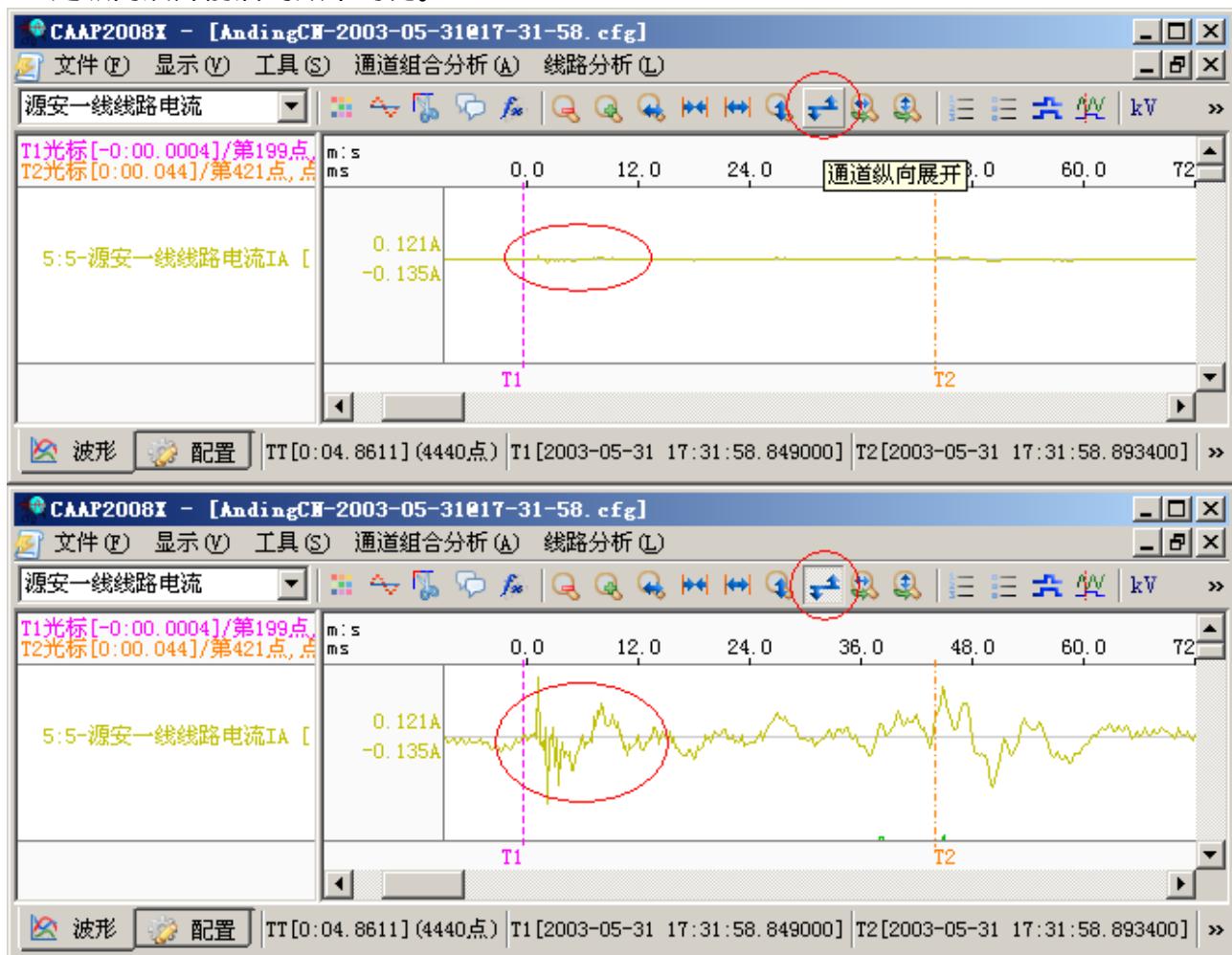


【图 3.1.3】

3.2. 纵向缩放

纵向展开所有模拟量通道

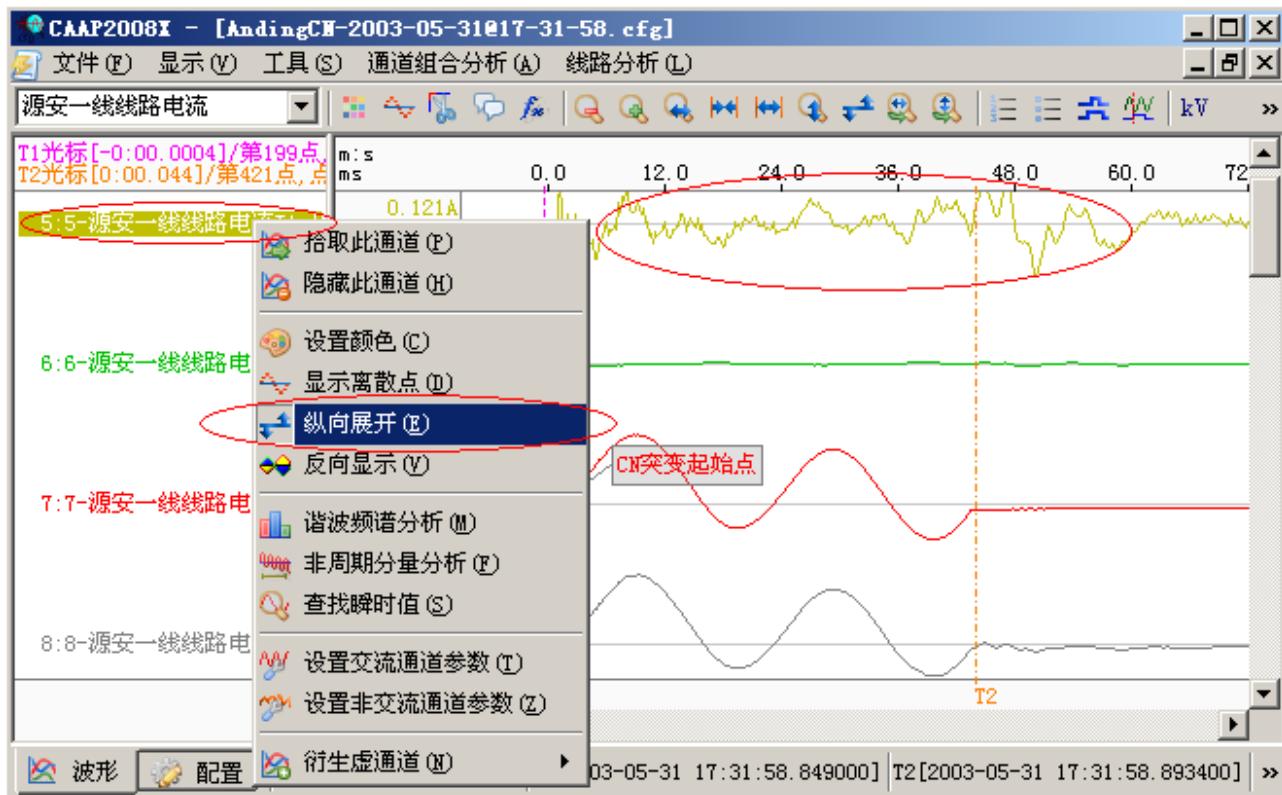
点击工具栏上的【】按钮，可以切换所有通道曲线是否纵向展开，如【图 3.2.1】是纵向展开前后的效果对比。



【图 3.2.1】

纵向展开指定的模拟量通道

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击一个模拟量通道名，会弹出如【图 3.2.2】所示的快捷菜单，选择【纵向展开(E)】菜单可切换指定的模拟量通道是否纵向展开。



【图 3.2.2】

纵向定比缩放

首先点击工具栏中的 按钮，之后将鼠标移动到波形区域后，鼠标光标将显示为 .

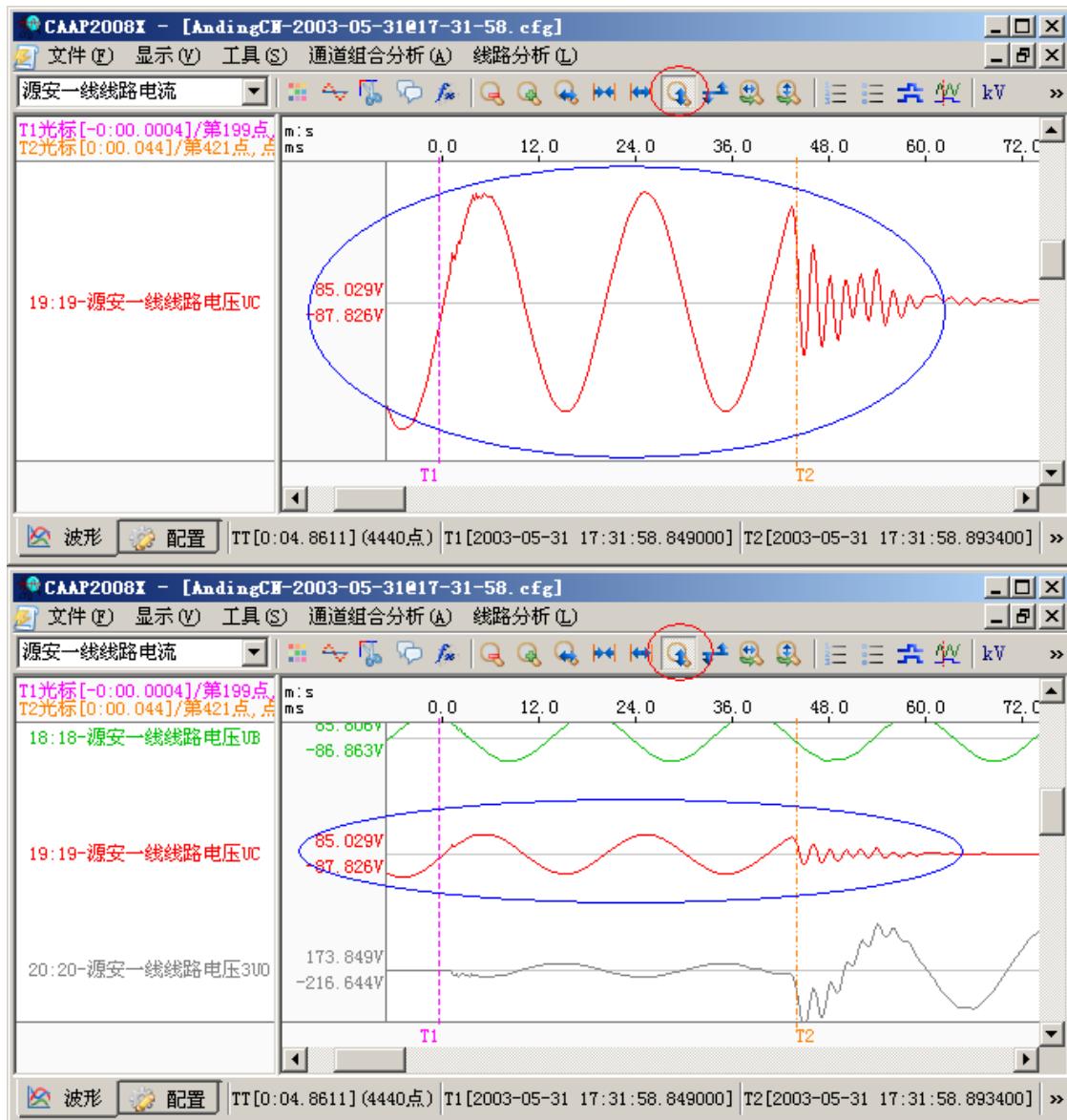
在需要放大的模拟量通道上每点击一次鼠标左键，该通道被纵向放大 10%；每点击一次鼠标右键，该通道被纵向缩小 10%。

还原纵向缩放比例

点击工具栏中的 ，将所有通道的纵向缩放比例恢复到 100%。

【图 3.2.3】是通道纵向放大和缩小的效果对比图。

纵向缩放的最小比例是 100%，最大比例不限。



【图 3.2.3】

4. 调整通道排列顺序

CAAP2008X 可以自由调整波形的排列次序、同一轴线上最多可重叠显示四个通道波形曲线、开关量通道可与模拟量通道同轴显示；可以单独指定还原某个通道的排列次序、可以迅速还原所有通道的排列次序。

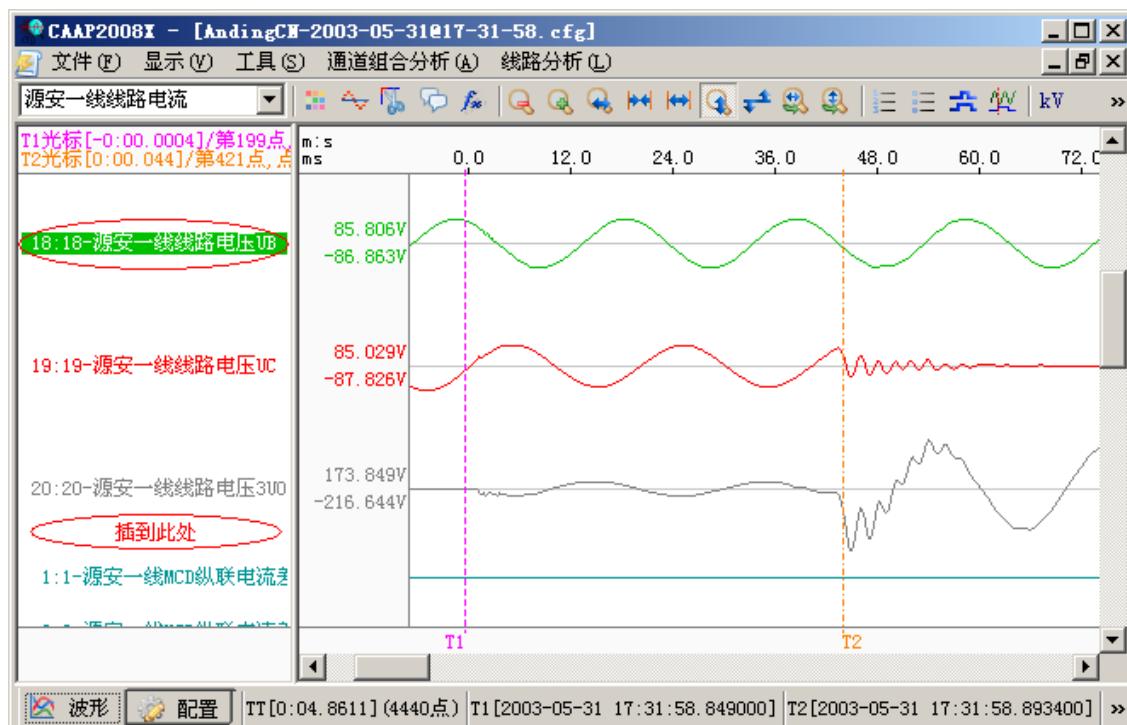
4.1. 调整通道排列次序

操作步骤是：首先拾取一个指定的通道，然后在指定的位置插入该通道即可。

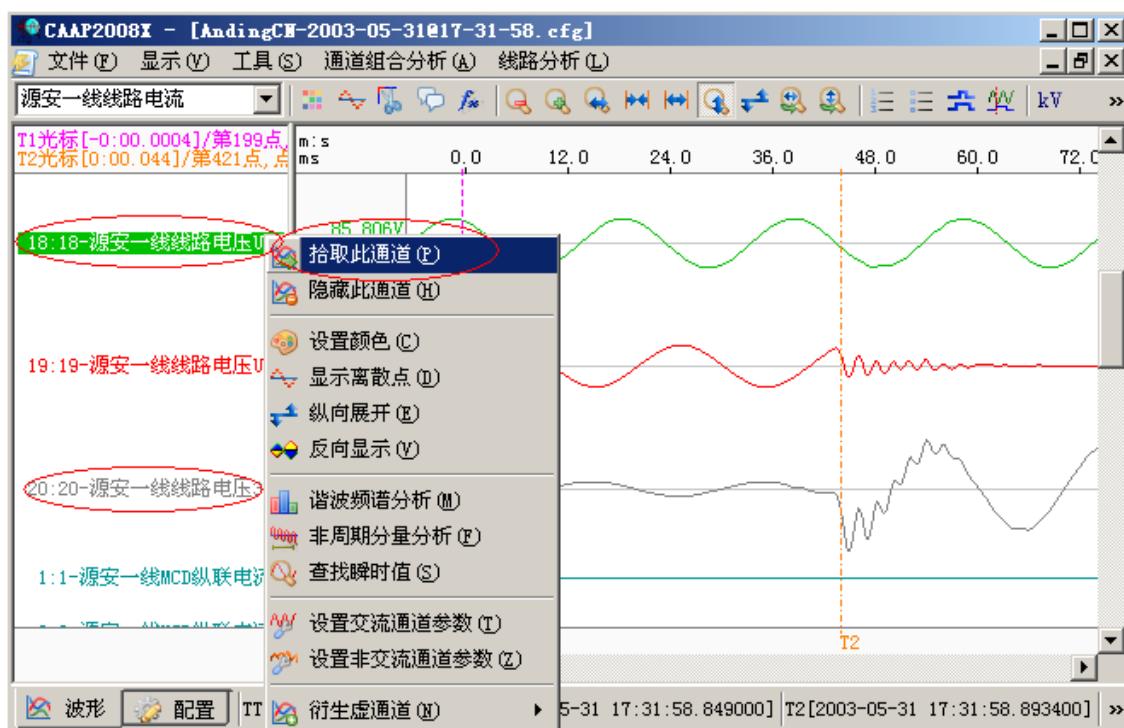
如【图 4.1.1】将 18 通道插入到 20 通道之后的操作方法是：

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击 18 通道名，会弹出如【图 4.1.2】所示的快捷菜单，选择【拾取此通道(P)】菜单，该通道被标记为拾取状态，如【图 4.1.3】；然后在 20 通道下面的空白处点击鼠标左键，弹出如【图 4.1.4】的快捷菜单，选择【插入已经拾取的通道(I)】菜单，18 通道就被插入到该位置了，如【图 4.1.5】。

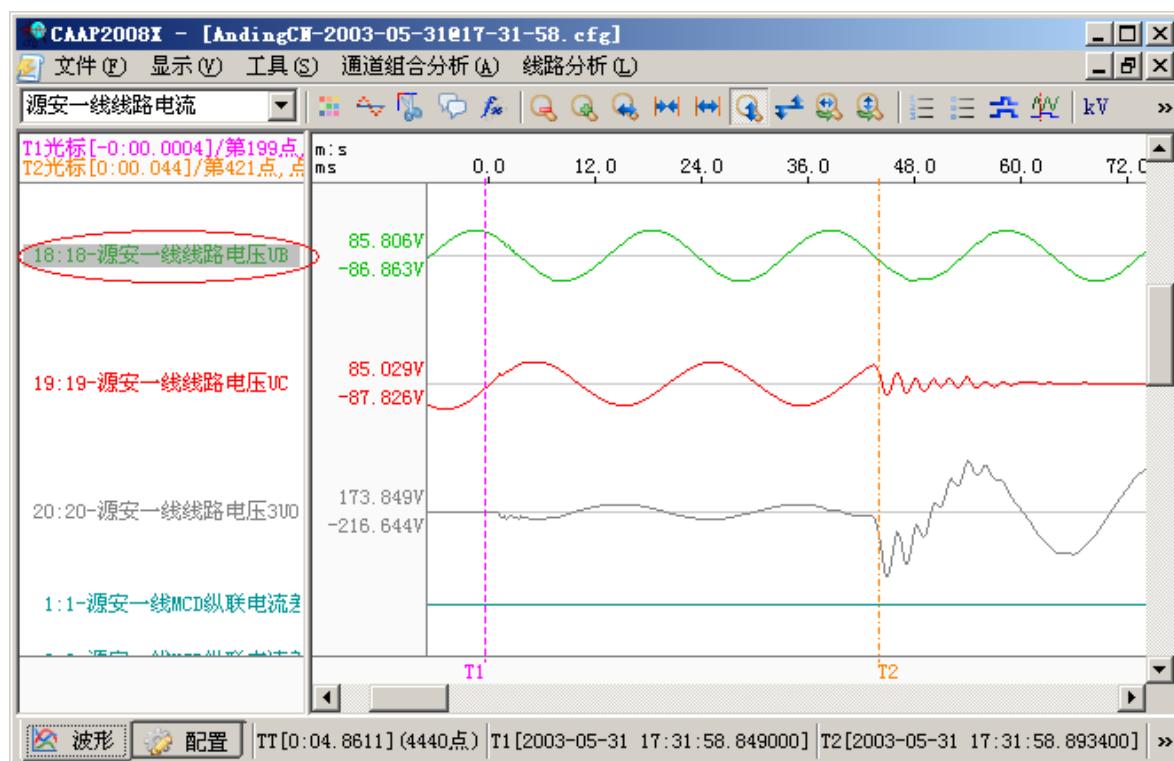
【图 4.1.6】是模拟量和开关量排列位置交叉显示的效果图。



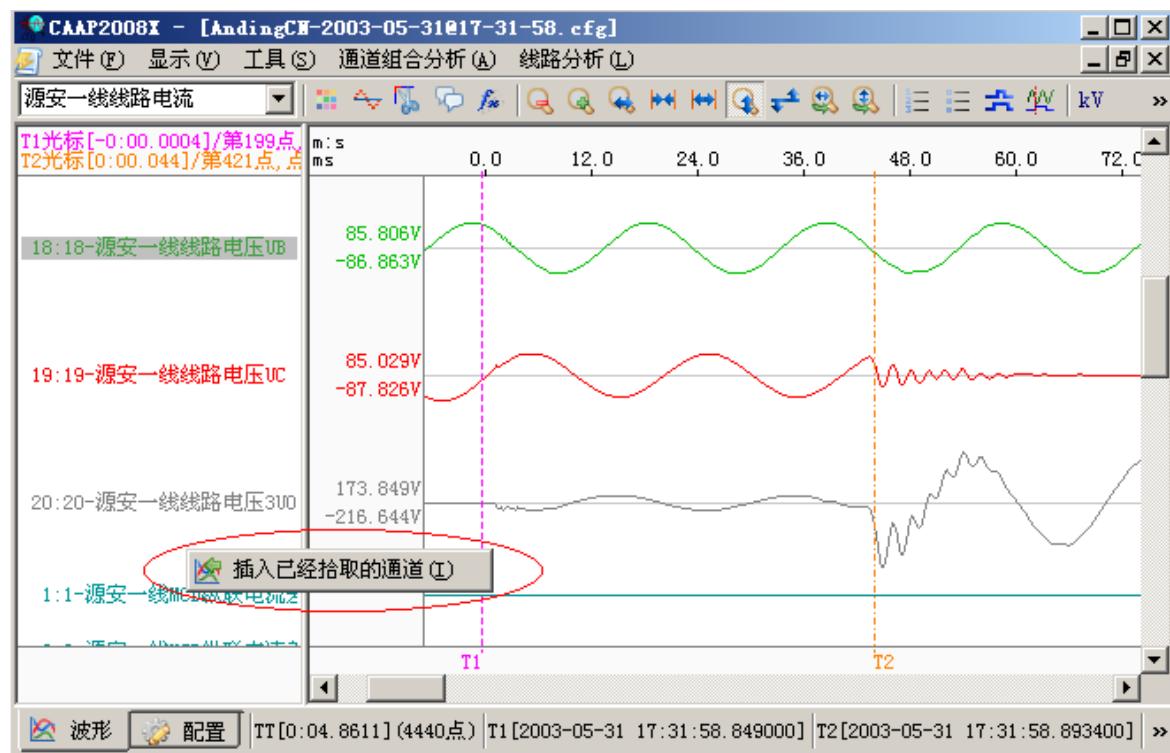
【图 4.1.1】



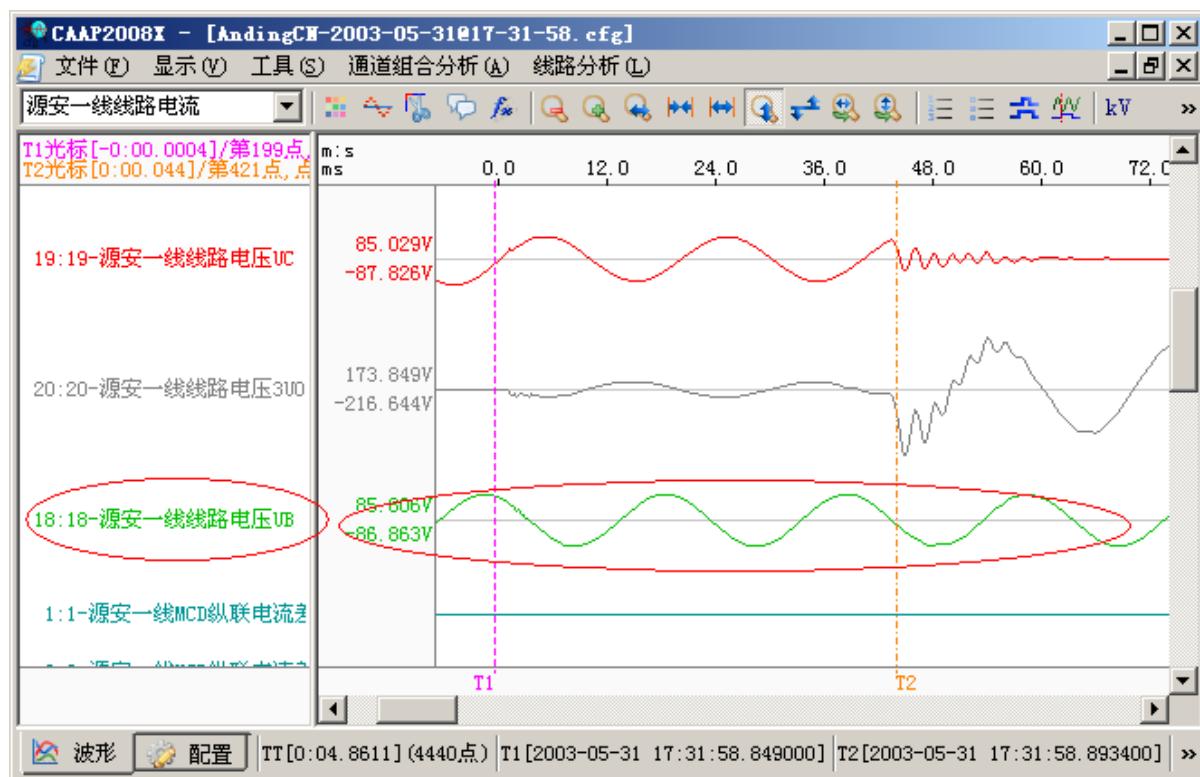
【图 4.1.2】



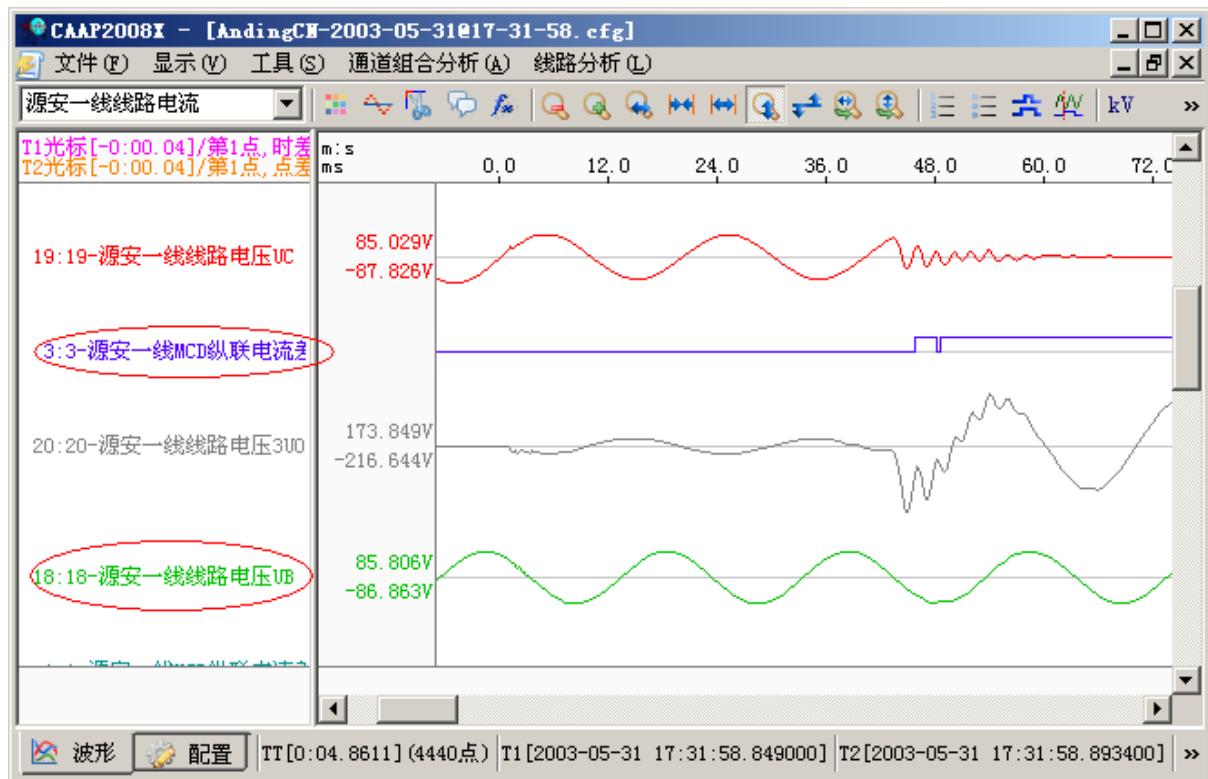
【图 4.1.3】



【图 4.1.4】



【图 4.1.5】



【图 4.1.6】

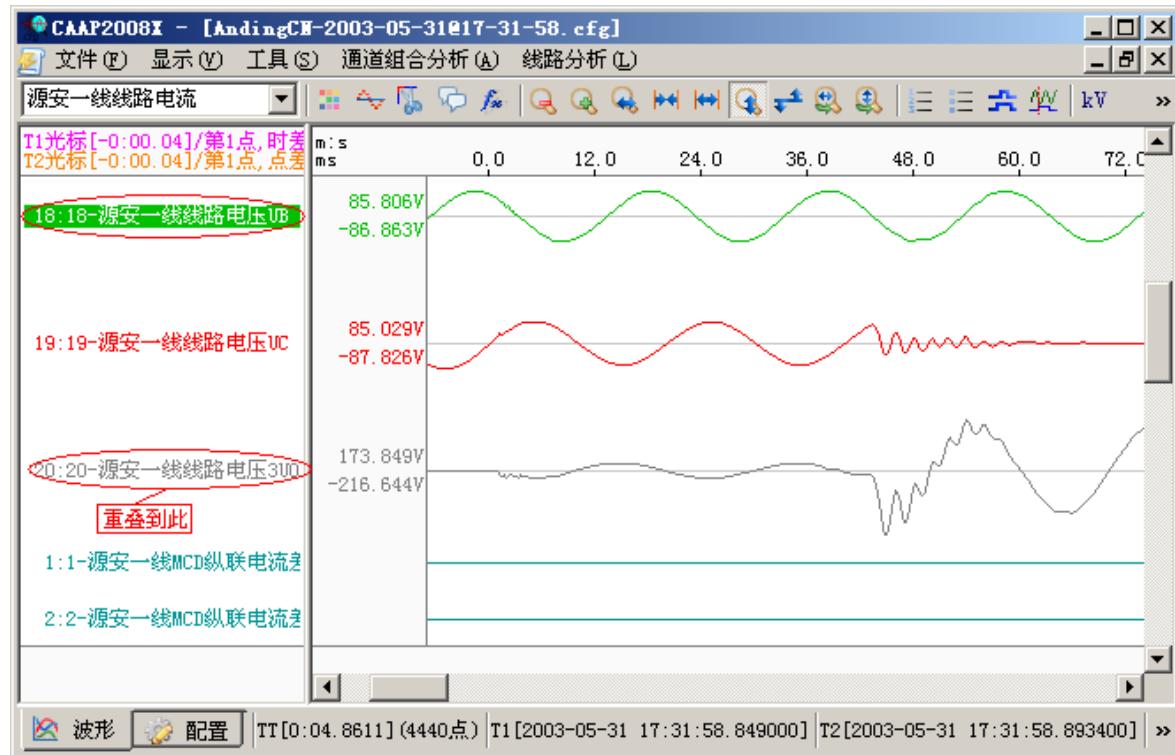
4.2. 同轴重叠显示通道曲线

操作步骤是：首先拾取一个指定的通道，然后在指定的轴线上重叠该通道即可。

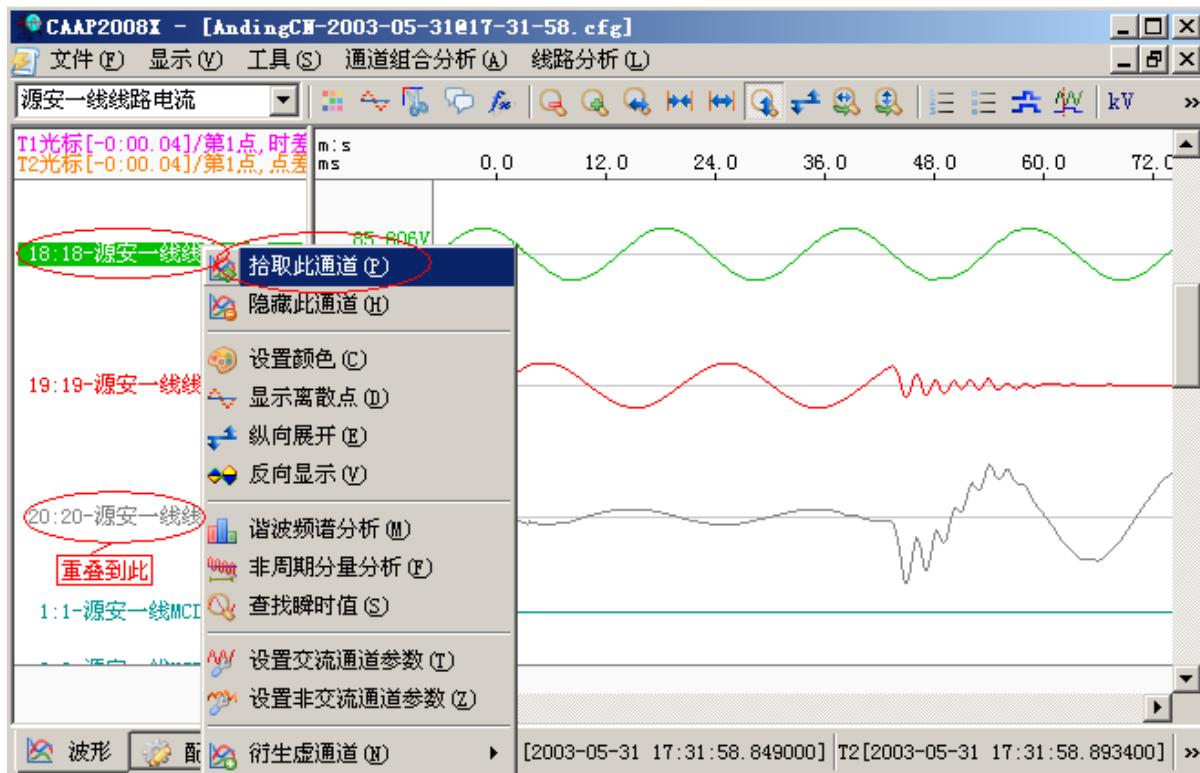
如【图 4.2.1】将 18 通道重叠到 20 通道所在轴线的操作方法是：

在画面左侧的通道名视区中用鼠标左键点击 18 通道名，会弹出如【图 4.2.2】所示的快捷菜单，选择【拾取此通道(P)】菜单，该通道被标记为拾取状态，如【图 4.2.3】；然后在 20 通道名称上点击鼠标左键，弹出如【图 4.2.4】的快捷菜单，选择【重叠已经拾取的通道(A)】菜单，18 通道就被重叠到该轴线上了，如【图 4.2.5】。

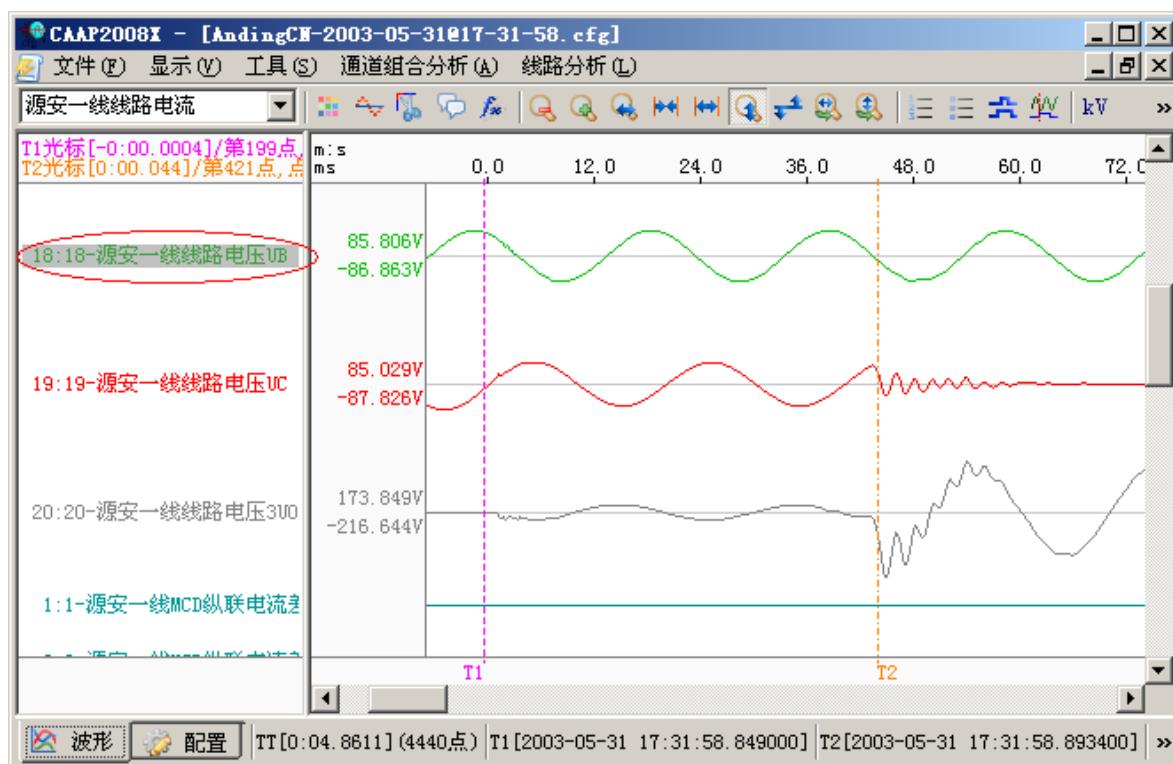
【图 4.2.6】是模拟量与开关量同轴重叠显示的效果图。



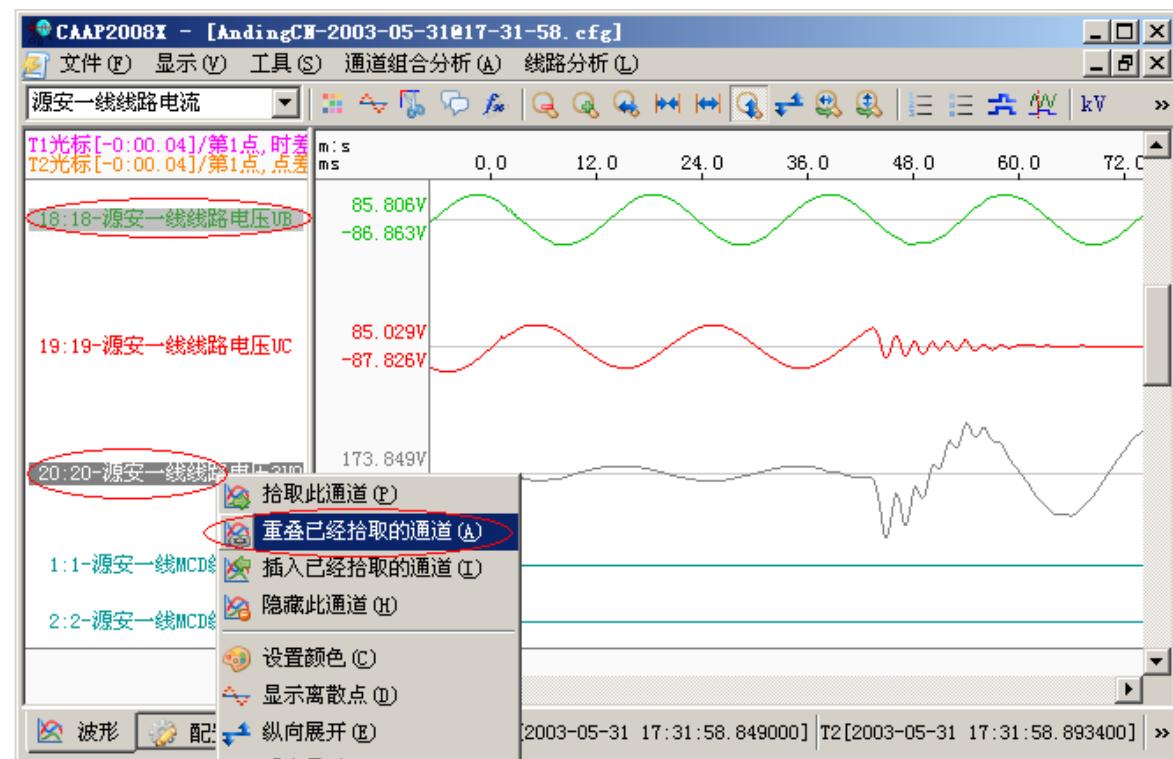
【图 4.2.1】



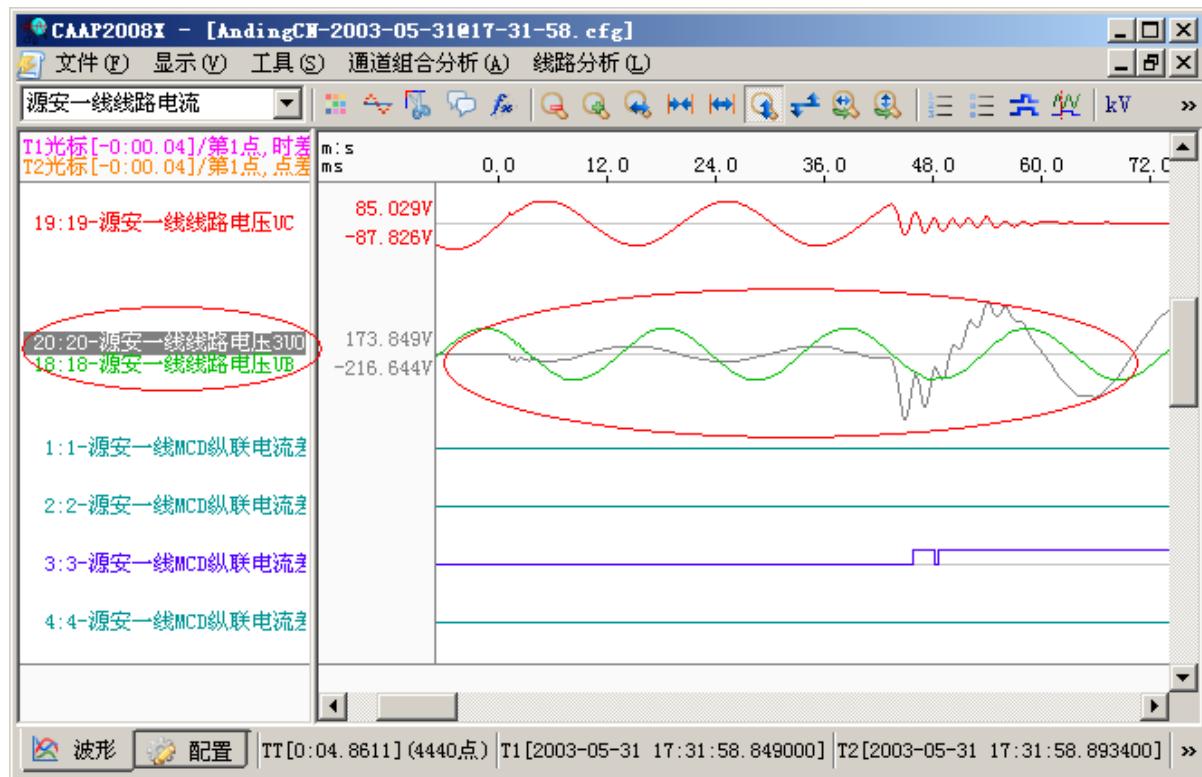
【图 4.2.2】



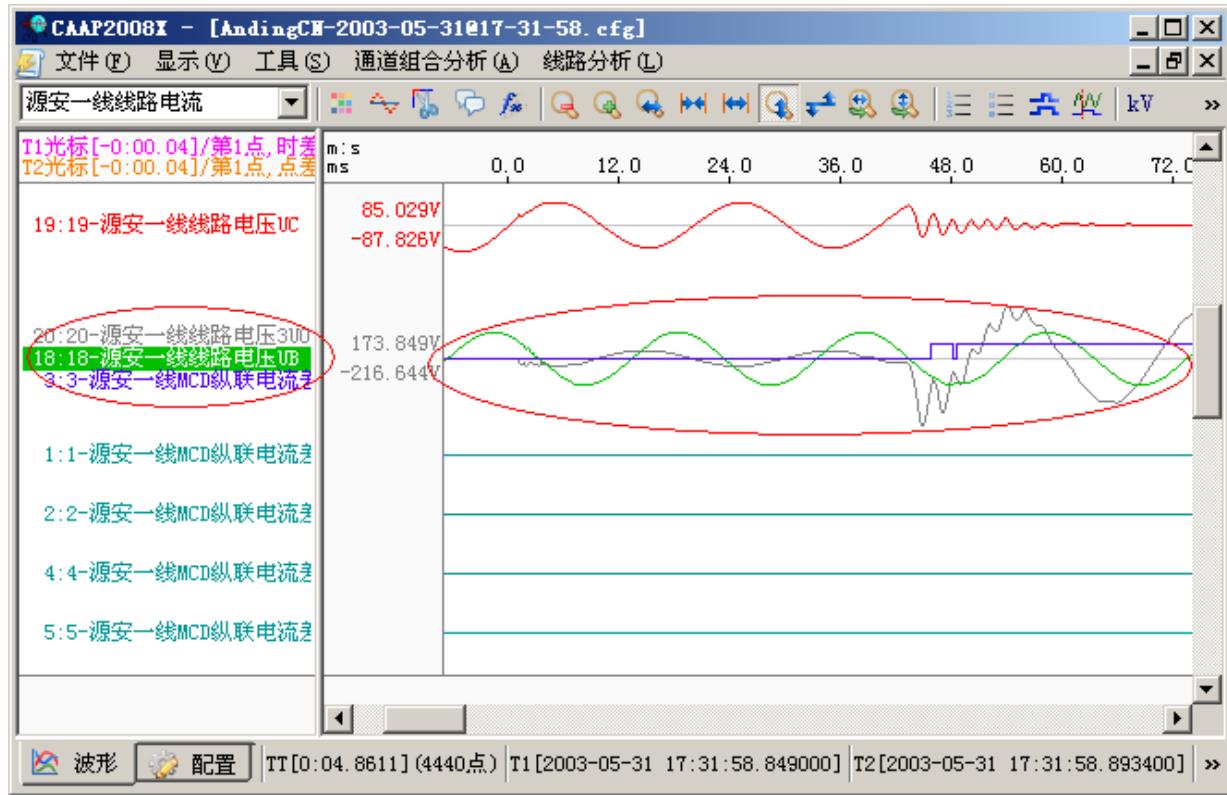
【图 4.2.3】



【图 4.2.4】



【图 4.2.5】



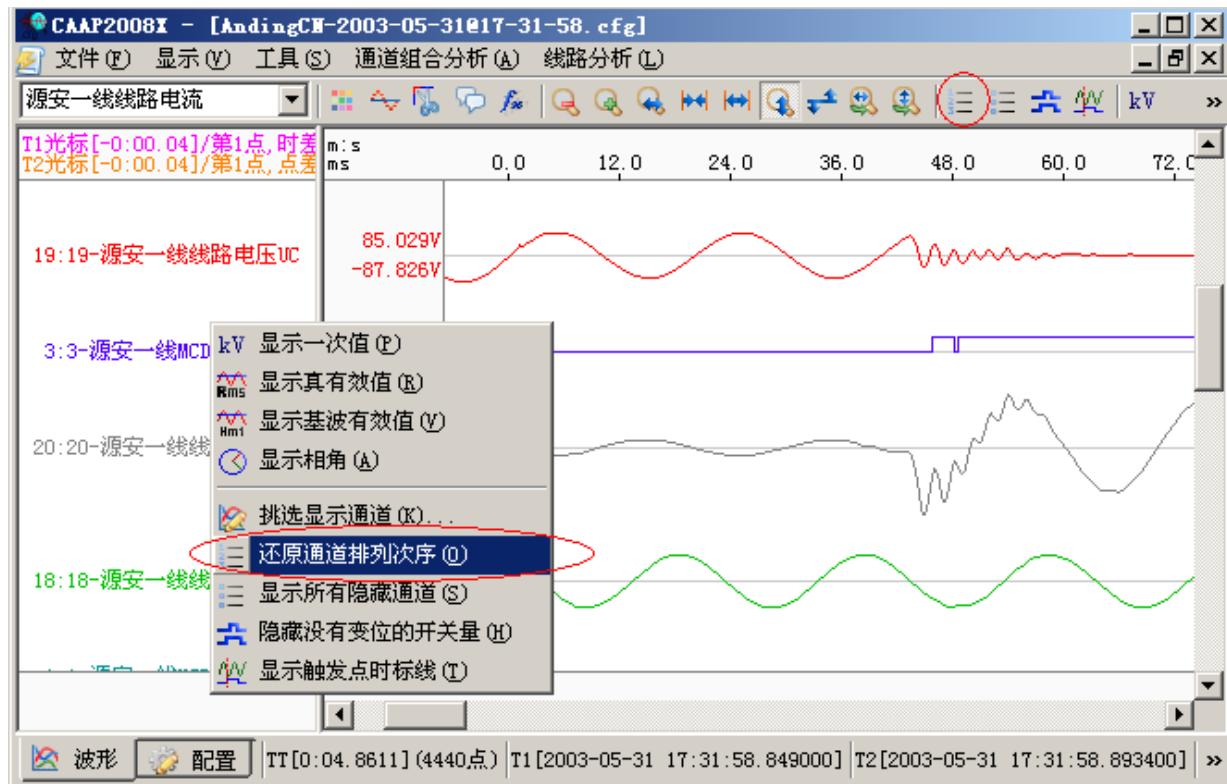
【图 4.2.6】

4.3. 还原通道排列次序

还原所有通道到初始位置

选择主菜单的【显示(V) - 还原通道排列次序(O)】菜单；或在通道名视区中点击鼠

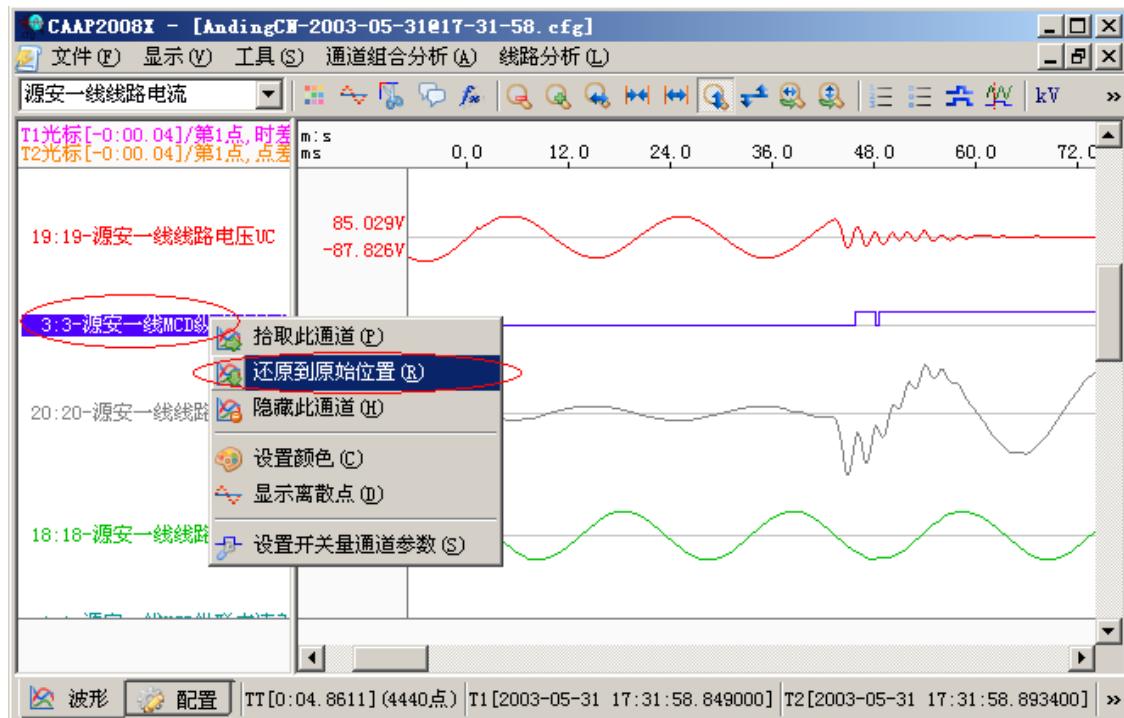
鼠标右键，在弹出的菜单中选择【还原通道排列次序(0)】；或点击工具栏上的【】按钮，均可以还原所有通道的排列次序。



【图 4.3.1】

还原指定通道到原始位置

在画面左侧通道名视图中被搬移的通道的名称上点击鼠标左键，会弹出如【图 4.3.2】所示的快捷菜单，选择【还原到原始位置(R)】菜单，即可将该通道还原到原始的位置。



【图 4.3.2】

5. 通道分析

5.1. 单通道分析

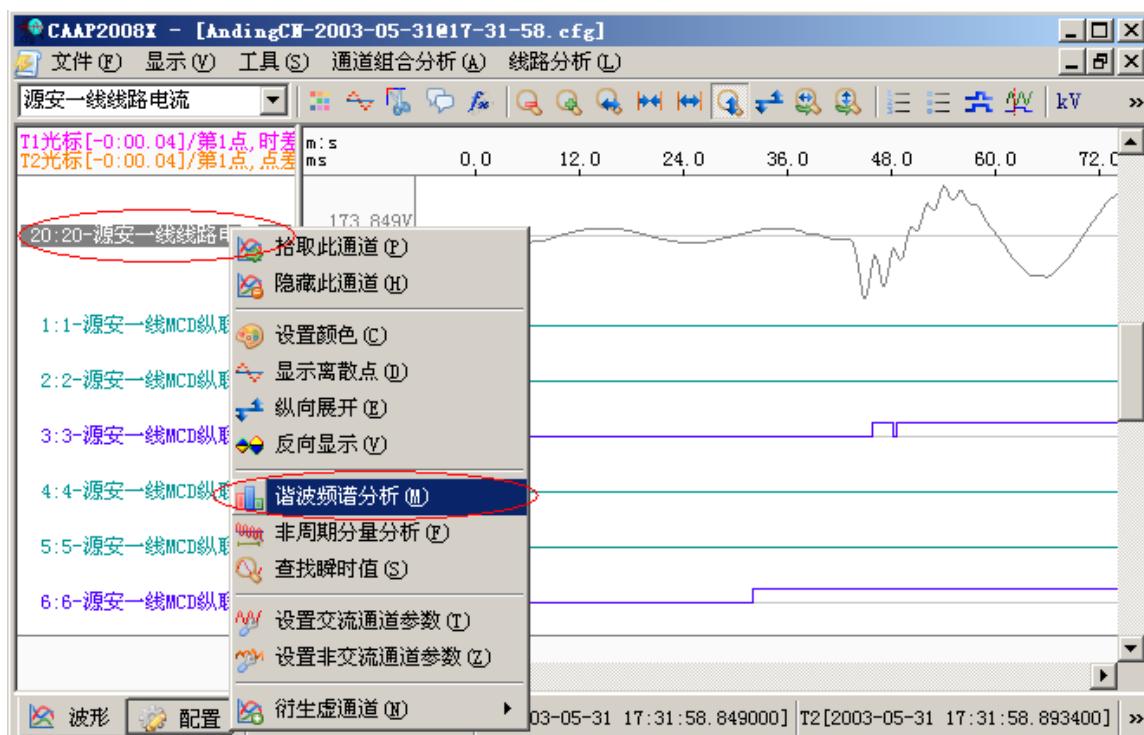
谐波频谱分析

在画面左侧通道名视图中用鼠标左键点击需要分析谐波频谱的模拟量通道名，弹出如【图 5.1.1.1】所示的快捷菜单，选择【谐波频谱分析(M)】菜单，显示谐波频谱分析画面。如【图 5.1.1.2】，在画面左侧的列表中列出了 T1 光标点处的基波、直流分量及各次谐波的含有量和含有率，在画面右侧的视图中绘制了 T1 光标处的各次谐波频谱分布柱形图。

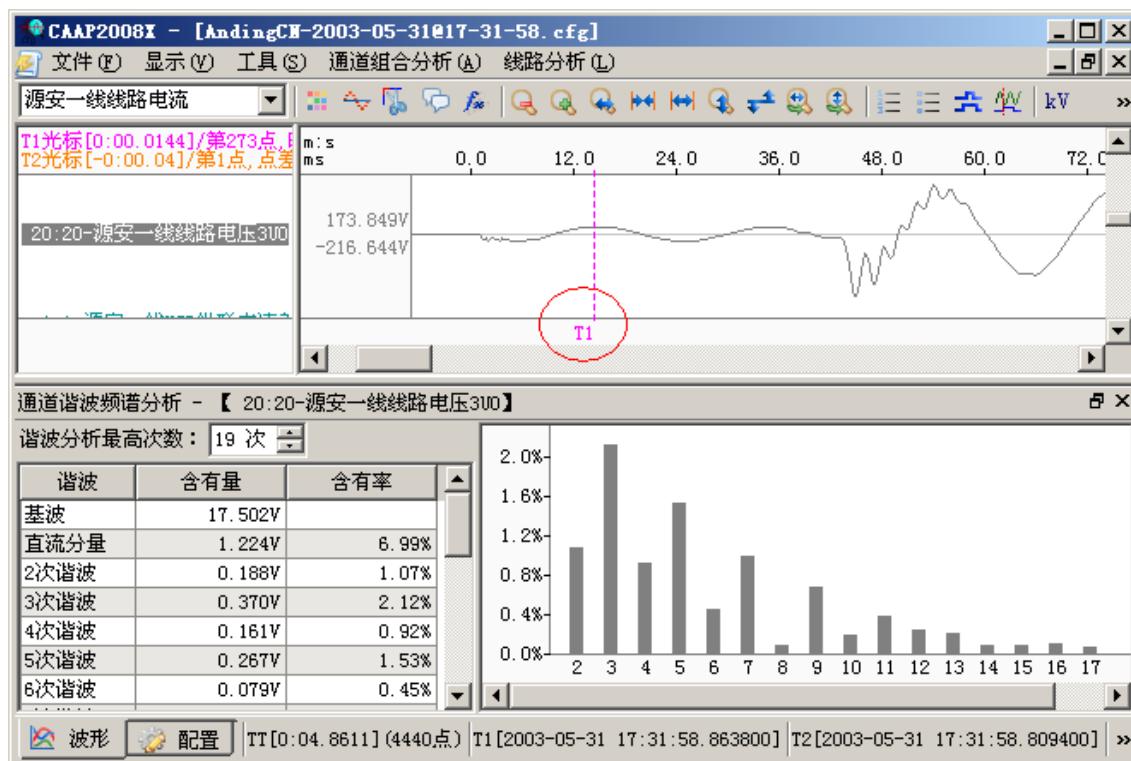
要观测的谐波最高次数可设，上限受 T1 光标点处的采样率限制。

通过移动 T1 光标可观测指定点处的谐波数值。

通道显示值切换操作中的一次值和二次值切换可同时切换谐波含有量数值的显示。



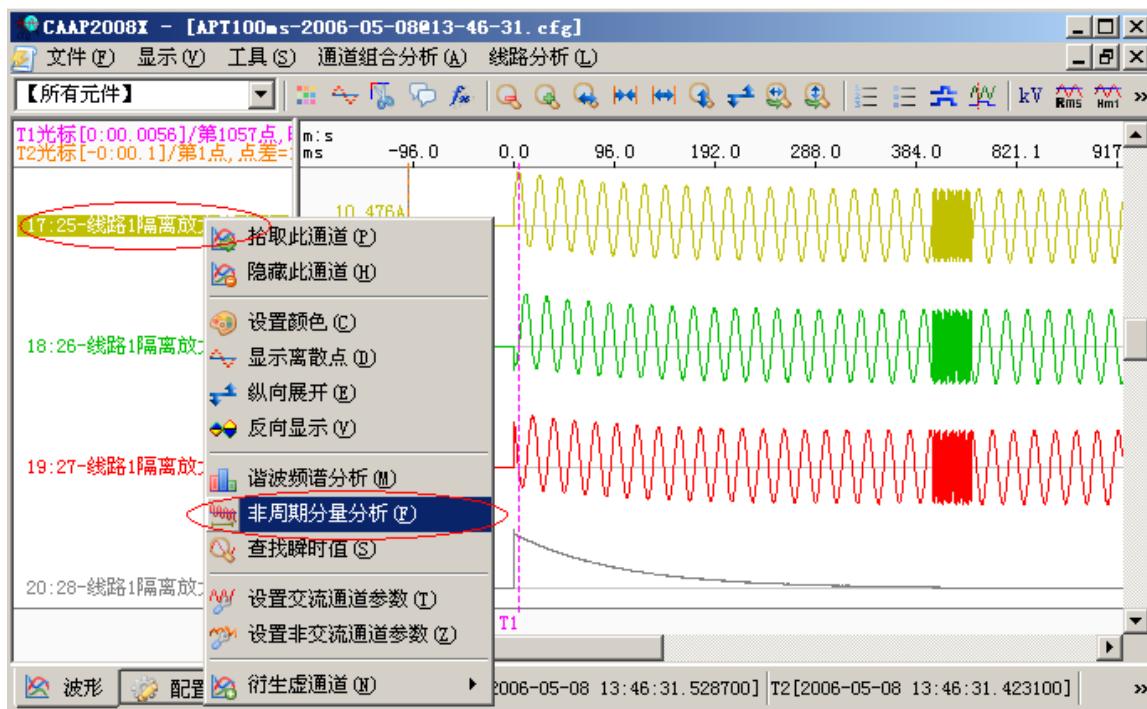
【图 5.1.1.1】



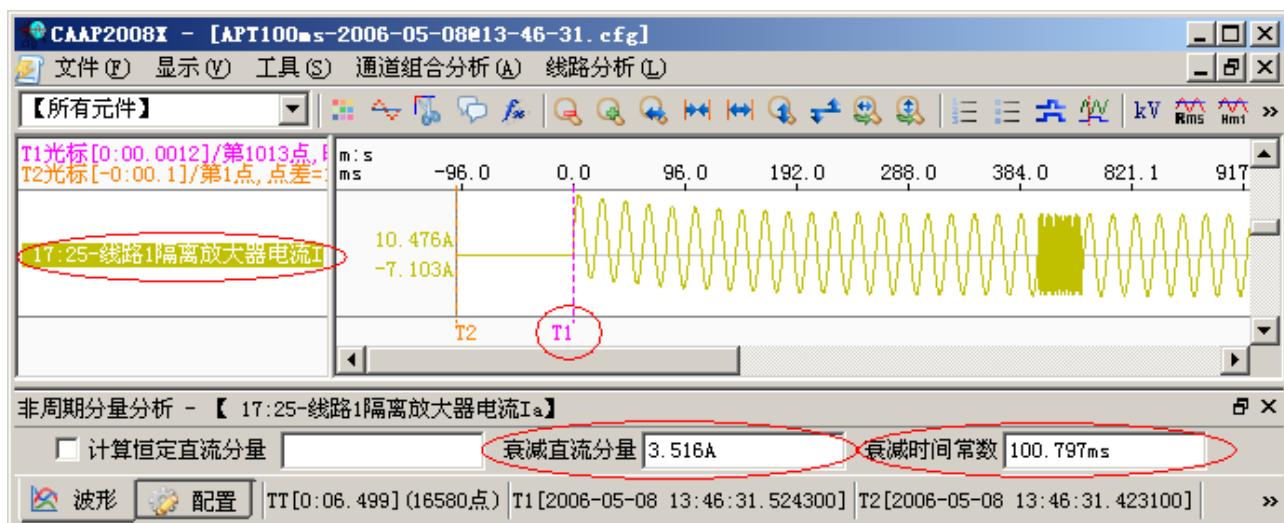
【图 5.1.1.2】

非周期分量分析

在画面左侧通道名视图中用鼠标左键点击需要分析非周期分量的模拟量通道名，弹出如【图 5.1.2.1】所示的快捷菜单，选择【非周期分量分析(F)】菜单，显示非周期分量分析画面。如【图 5.1.2.2】，在画面给出了 T1 光标点处的衰减直流分量和衰减时间常数等分析结果。



【图 5.1.2.1】



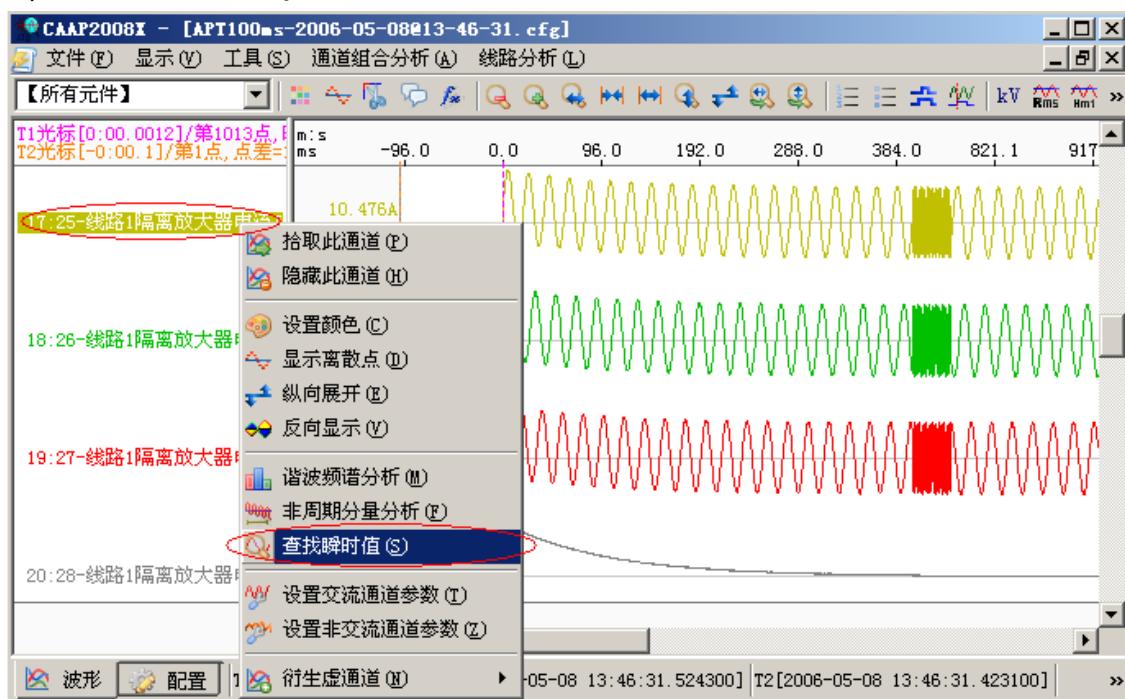
【图 5.1.2.2】

查找模拟量通道瞬时值

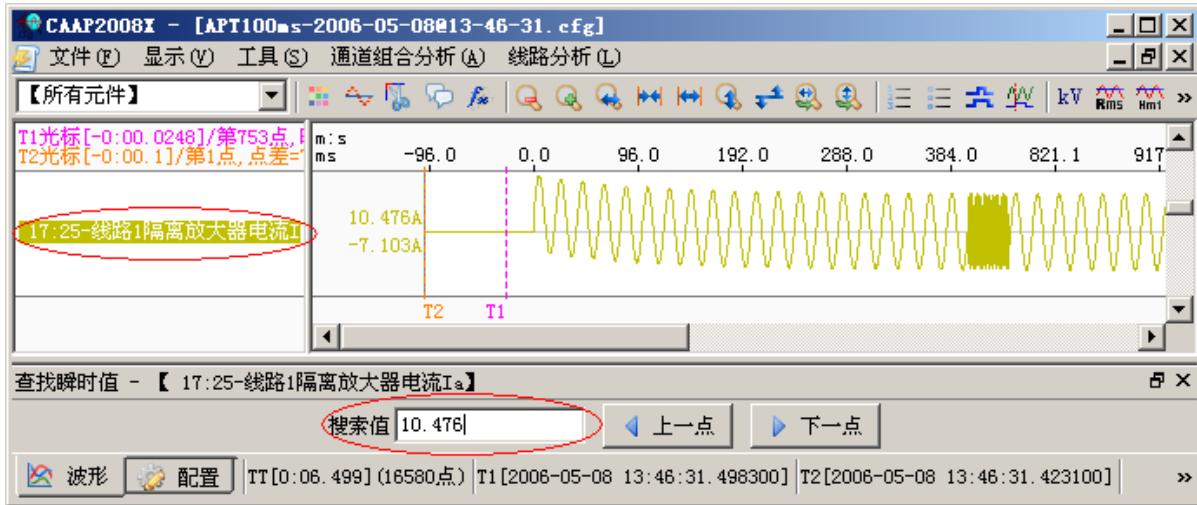
在画面左侧通道名视图中用鼠标左键点击需要查找瞬时值的模拟量通道名，弹出如【图 5.1.3.1】所示的快捷菜单，选择【查找瞬时值(S)】菜单，显示查找瞬时值操作画面。

如【图 5.1.3.2】，在【搜索值】编辑框中输入要查找的瞬时值（二次值），然后点击【上一点】或【下一点】按钮来向前或向后搜索。

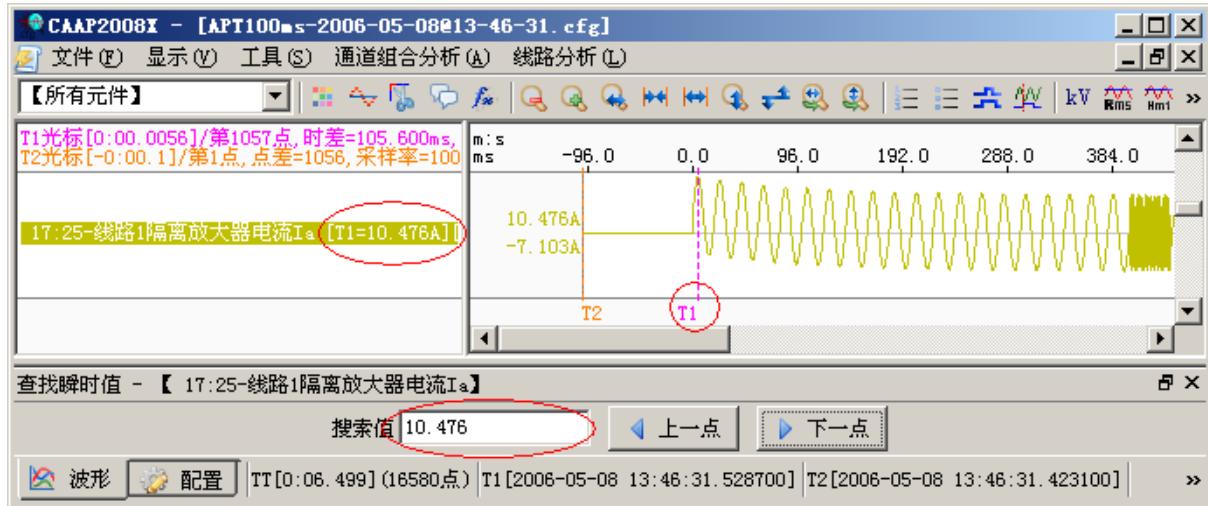
CAAP2008X 会查找出与输入值最接近的采样点位置，并将 T1 光标自动定位到该采样点，如【图 5.1.3.3】。



【图 5.1.3.1】



【图 5.1.3.2】



【图 5.1.3.3】

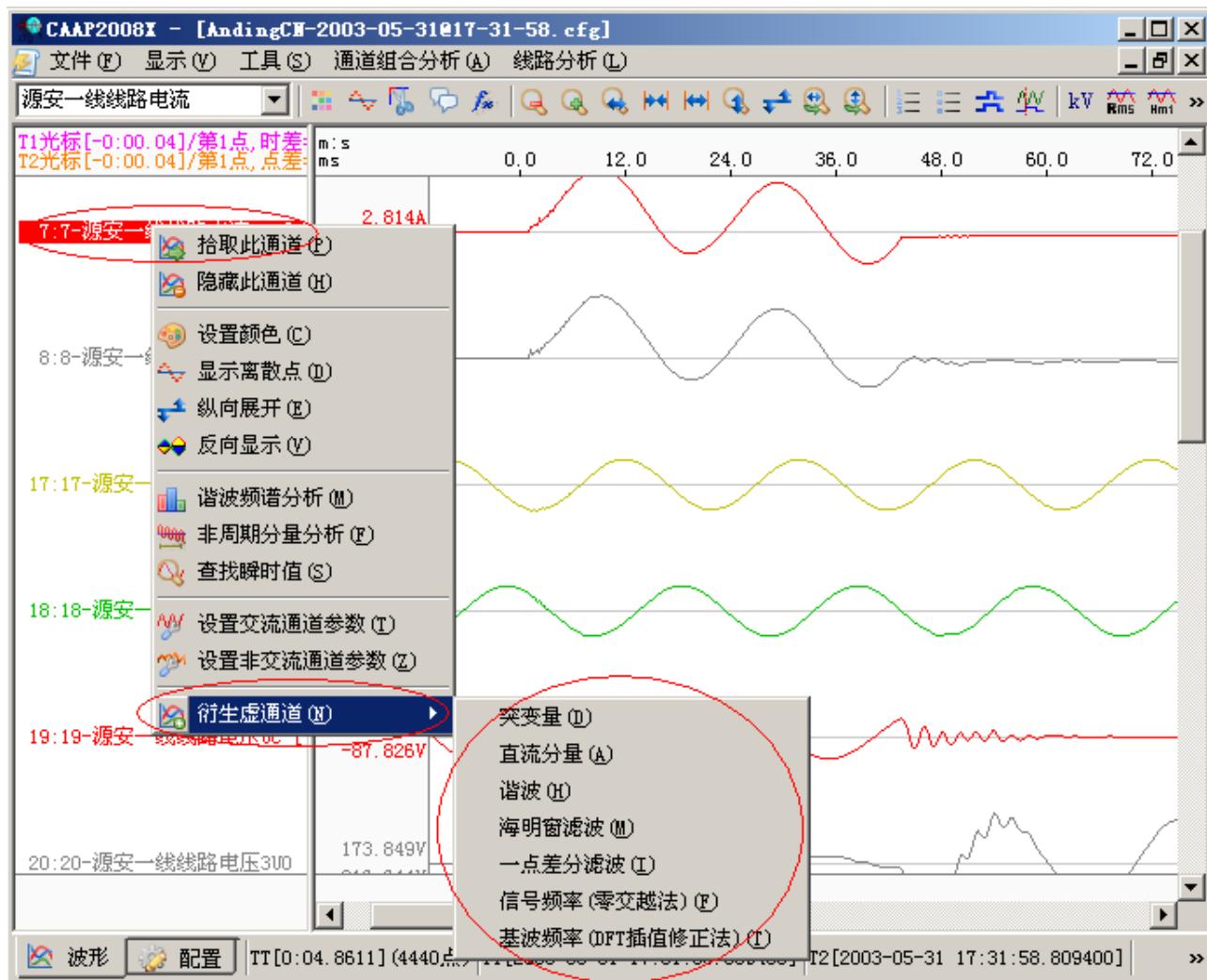
5.2. 衍生虚通道

“虚通道”是指通过对波形文件中现有的采样通道进行计算处理后得到的新的虚拟的通道曲线。“虚通道”可以从单个或多个实际物理采样通道计算衍生，也可以从生成的虚通道再次计算衍生。衍生出来的虚通道可以象实际物理采样通道一样参与各种分析计算。

CAAP2008X 系统中，很多分析结果均是以虚通道形式给出的，如公式编辑器的计算结果、功率分析的结果、差动分析的结果等。

在当前版本的 CAAP2008X 系统中，由单个通道可以直接衍生的虚通道有突变量、直流分量、谐波、海明窗滤波、一点差分滤波、信号频率（零交越法）、基波频率（DFT 插值修正法）等。CAAP2008X 中的各种分析算法也可以衍生出多种虚通道、如功率、差动电流、阻抗等。而公式编辑器可以衍生出任意自定义的虚通道。

由单个通道直接衍生虚通道的操作步骤是：首先选取一个指定的通道，然后通过鼠标左键快捷菜单指定需要衍生的虚通道，在弹出的虚通道计算参数画面中设置计算参数后点击【确定】按钮即可，如【图 5.2】。



【图 5.2】

突变量

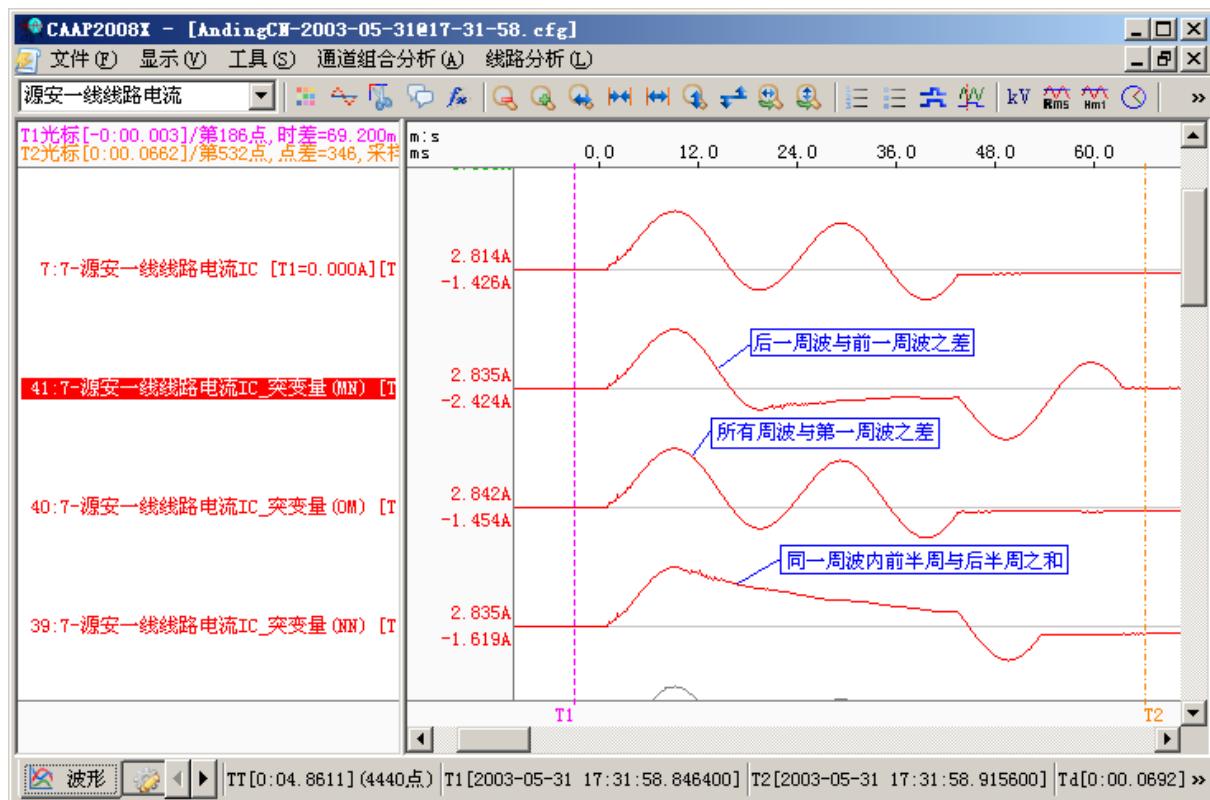
选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 突变量(D)】菜单，弹出【设置【突变量】计算参数】对话框。

通道突变量虚通道曲线的计算参数输入画面如【图 5.2.1.1】，在当前版本的 CAAP2008X 中实现了三种突变量算法：后一周波与前一周波之差(MN)、所有周波与第一周波之差(ON)、同一周波内后半周与前半周之和(NN)。

选择突变量算法后点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.1.2】。



【图 5.2.1.1】



【图 5.2.1.2】

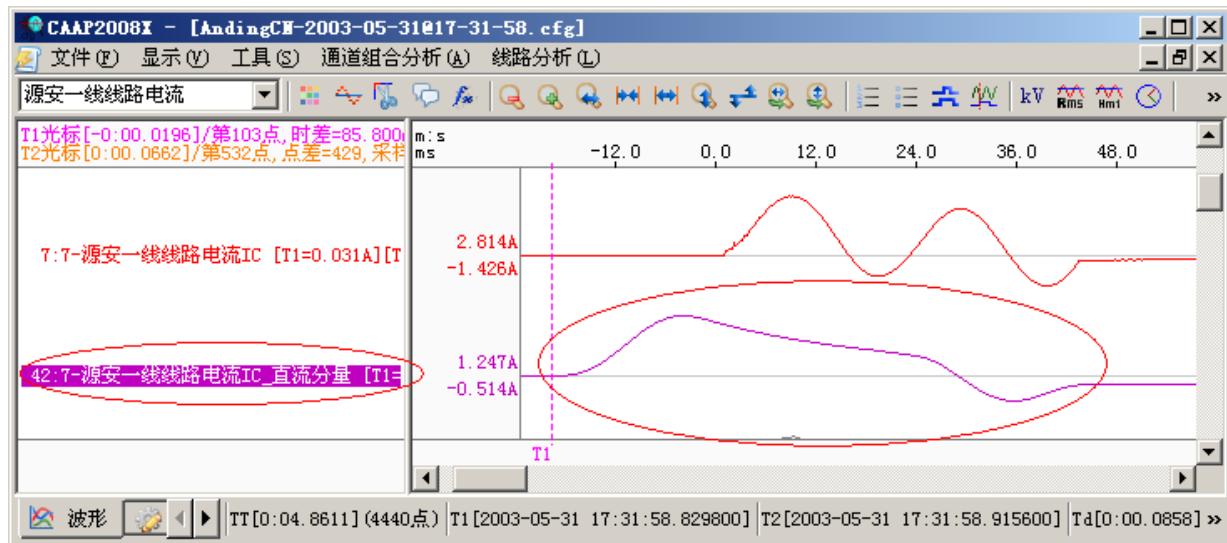
直流分量

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 直流分量(A)】菜单，弹出『设置【直流分量】计算参数』对话框，如【图 5.2.2.1】，仅需要指定是否重新命名虚通道。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.2.2】。



【图 5.2.2.1】



【图 5.2.2.2】

谐波

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 谐波(H)】菜单，弹出【设置【谐波】计算参数】对话框。

通道谐波虚通道曲线的计算参数输入画面如【图 5.2.3.1】，可以指定【谐波次数】和【曲线类型】等参数。

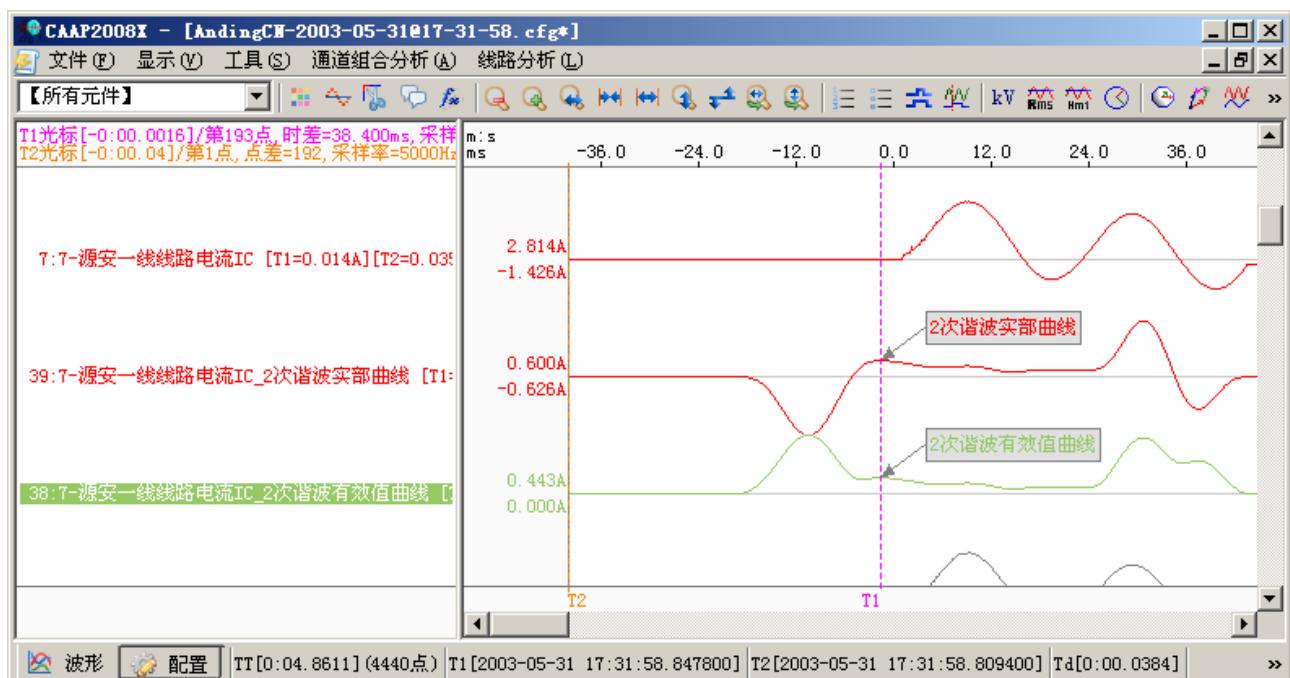
当【谐波次数】参数指定为“0”时，等同于计算直流分量；【谐波次数】参数指定为“1”时，将计算基波分量。【谐波次数】的最大值受该数据的最大采样率限制。

【曲线类型】参数可以指定“有效值曲线”、“实部曲线”或“虚部曲线”。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.3.2】。



【图 5.2.3.1】



【图 5.2.3.2】

海明窗滤波

海明窗滤波通常用来消除直流信号的噪声，如消除发电机励磁电压和励磁电流的噪声，使波形看起来更平滑，更清楚的反映信号的整体趋势，便于进一步分析计算。

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 海明窗滤波(M)】菜单，弹出【设置【海明窗滤波】计算参数】对话框。

通道谐波虚通道曲线的计算参数输入画面如【图 5.2.4.1】，可以指定【截止频率】和【滤波器长度】等参数。

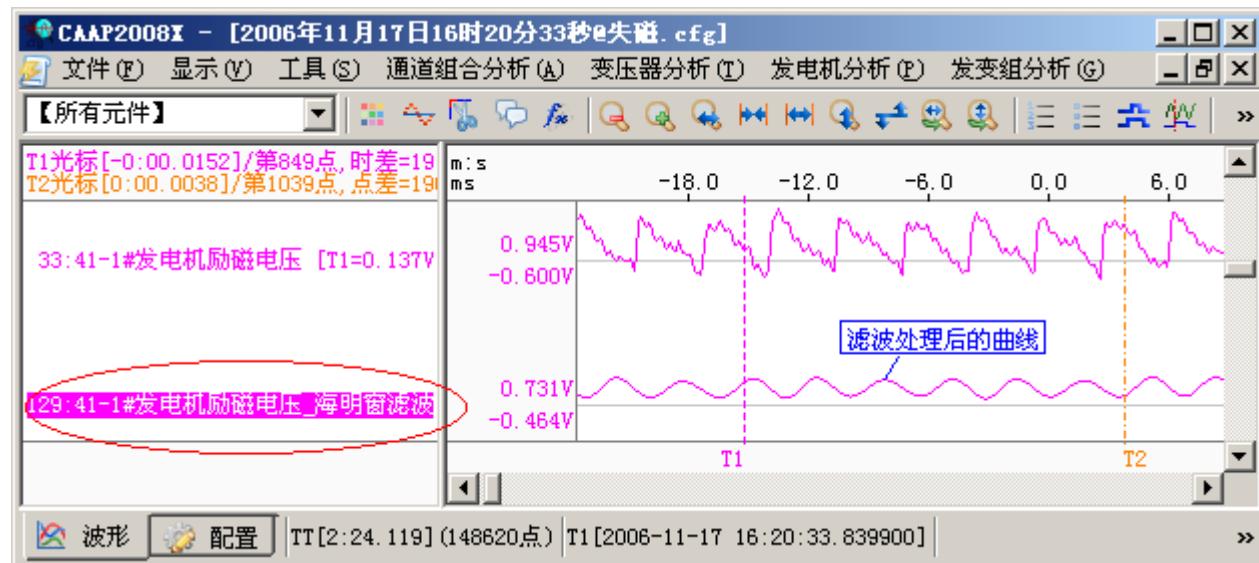
【截止频率】参数的整定范围是 0.1Hz ~ 1000Hz。

【滤波器长度】参数的整定范围是 1 点 ~ 1024 点。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.4.2】。



【图 5.2.4.1】



【图 5.2.4.2】

一点差分滤波

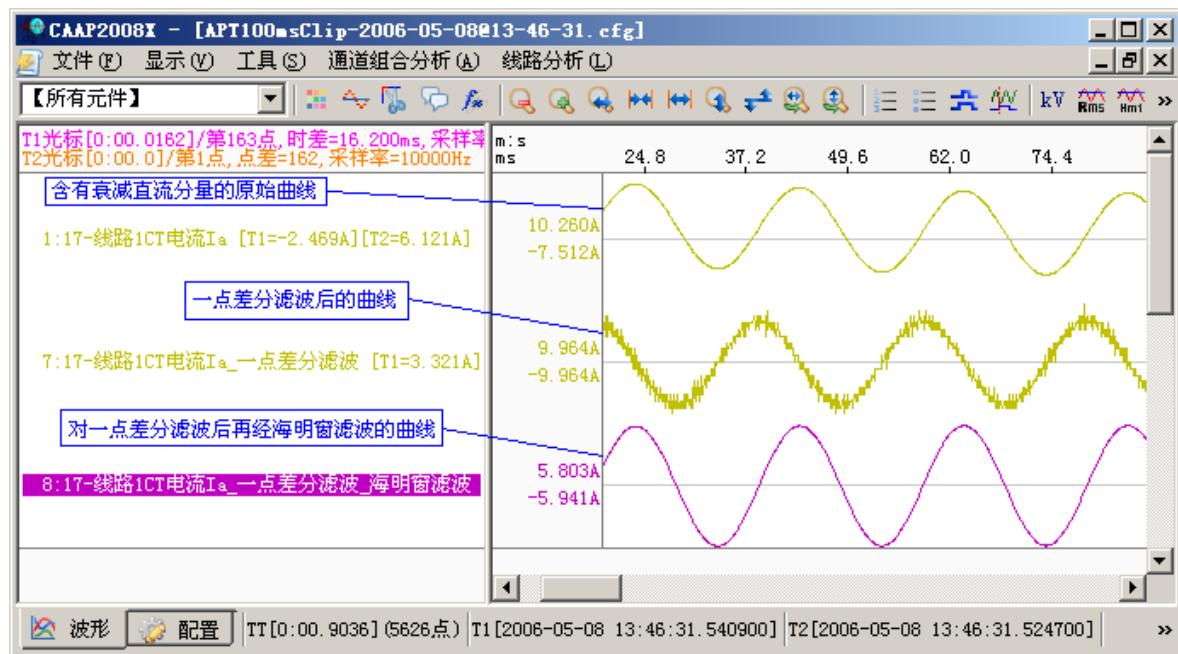
一点差分滤波常用来消除交流通道上叠加的直流分量。

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 一点差分滤波(L)】菜单，弹出【设置【一点差分滤波】计算参数】对话框，如【图 5.2.5.1】，仅需要指定是否重新命名虚通道。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.5.2】。



【图 5.2.5.1】



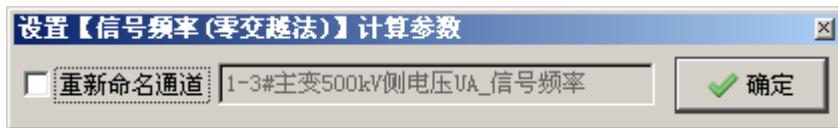
【图 5.2.5.2】

信号频率(零交越法)

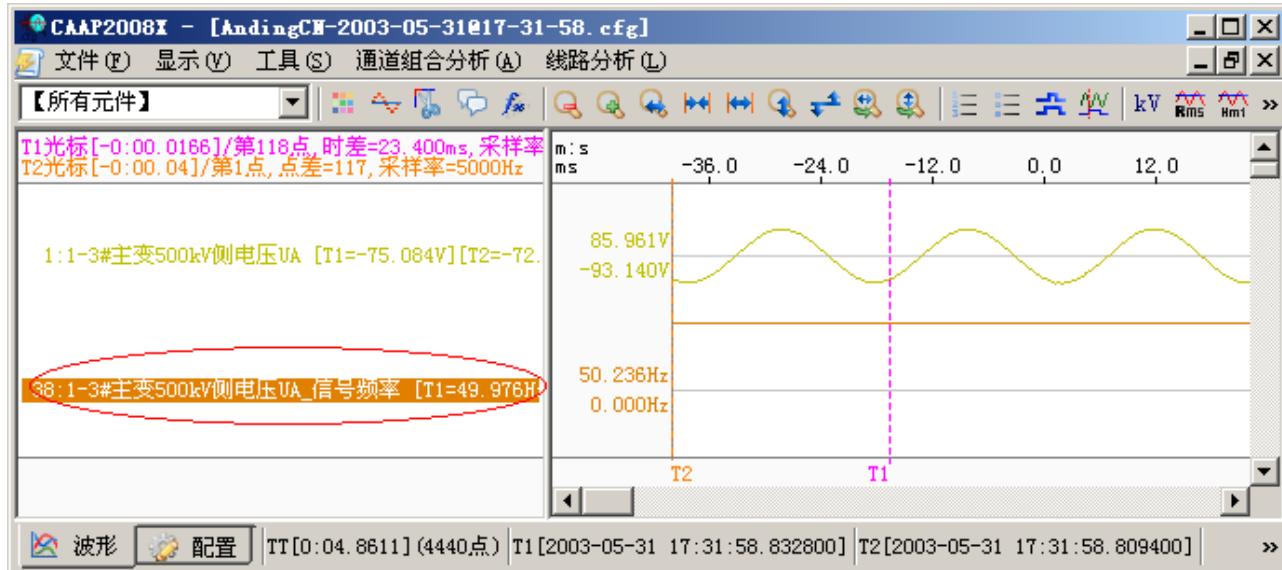
信号频率采用零交越法计算，即通过对过零点的计数来计算频率，由于算法的局限性，计算基波频率时无法消除过大噪声（如噪声大的可以淹没基波信号）的影响。

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 信号频率(零交越法)(E)】菜单，弹出【设置【信号频率(零交越法)】计算参数】对话框，如【图 5.2.6.1】，仅需要指定是否重新命名虚通道。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.6.2】。



【图 5.2.6.1】



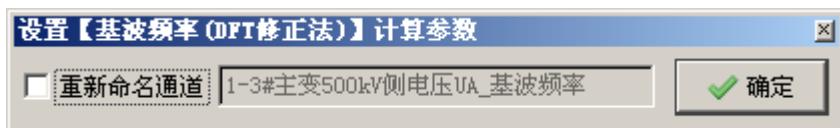
【图 5.2.6.2】

基波频率(DFT修正法)

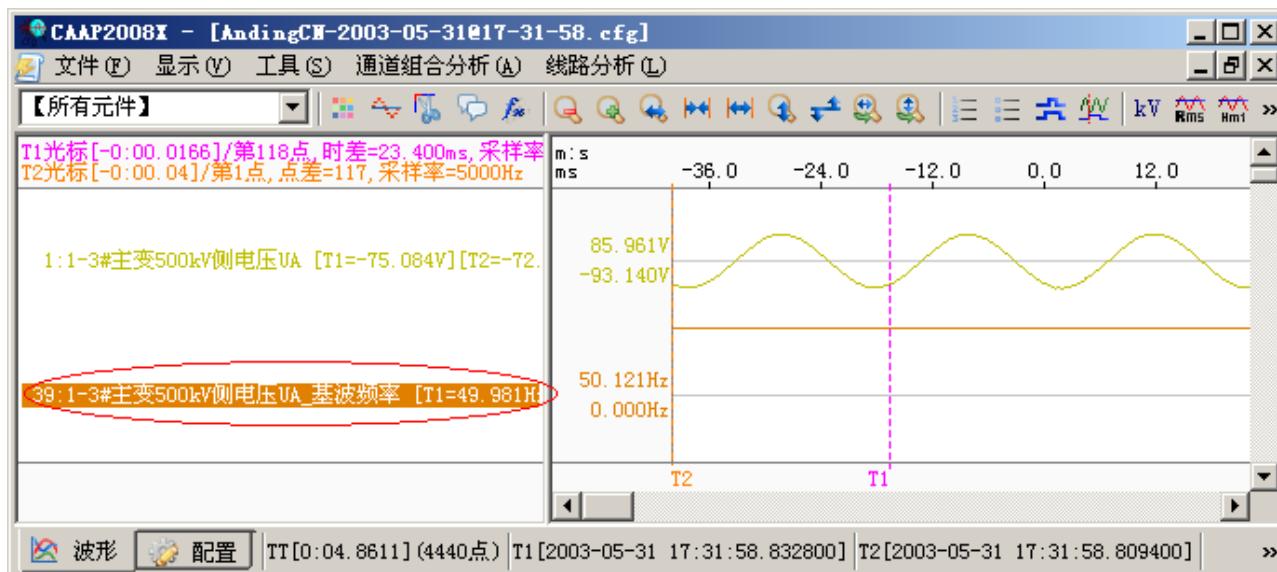
基波频率采用 DFT 插值修正法计算，即在额定频率附近通过 DFT 插值修正来计算基波频率，可以消除噪声的影响，但只能用于实际频率与额定频率偏差不大的条件下，经系统测试，当额定频率是 50Hz 时，在 45Hz ~ 55Hz 之间计算的结果可以满足一般分析算法要求。

选择【图 5.2】的【衍生虚通道(N) - 基波频率(DFT 修正法)(I)】菜单，弹出【设置【基波频率(DFT 修正法)】计算参数】对话框，如【图 5.2.7.1】，仅需要指定是否重新命名虚通道。

点击【确定】按钮，即可在指定通道的下面生成新的虚通道曲线，如【图 5.2.7.2】。



【图 5.2.7.1】



【图 5.2.7.2】

5.3. 通道组合分析

相量分析

CAAP2008X 最多可同时选择 8 个通道做相量分析，可对电压电流单独缩放，可选择“旋转向量”或“参考向量”模式观测，可选择隐藏指定的通道相量。

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 相量分析(V)】菜单；或点击工具栏上的【】按钮，均可以进入相量分析面板。

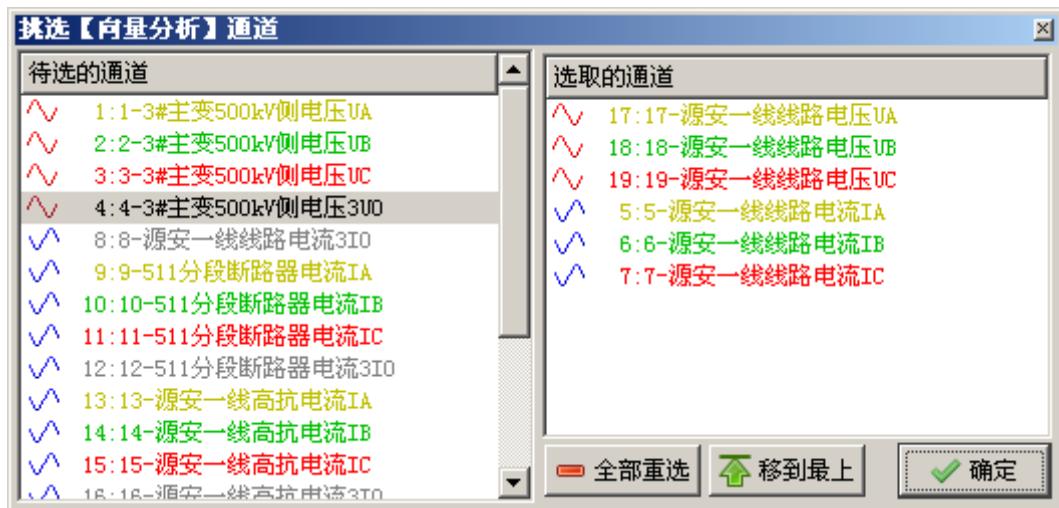
【图 5.3.1.1】是选择相量分析通道对话框，该对话框左侧的列表是所有可以选择的通道，右侧的列表是选出来分析相量的通道。当用“参考相量”模式观测时，是以右边列表中第一个通道作为参考通道的（即该通道的相位总是 0° ）。

【图 5.3.1.2】和【图 5.3.1.3】是相量分析面板，【图 5.3.1.2】是“参考相量”模式的显示效果，【图 5.3.1.2】是“旋转相量”模式的显示效果。

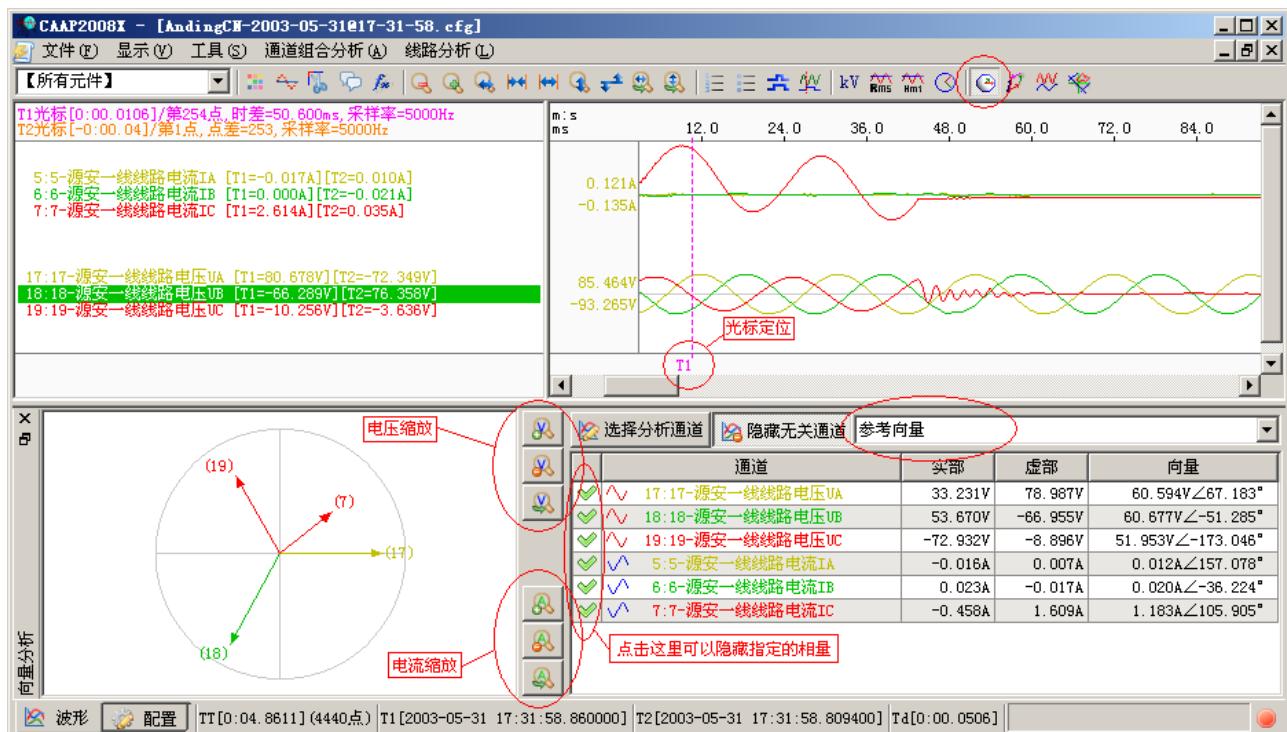
在该面板中可以对电压和电流单独缩放，可以切换“参考相量”和“旋转相量”观测模式。

用鼠标左键点击右边当前相量值列表中第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的通道相量。

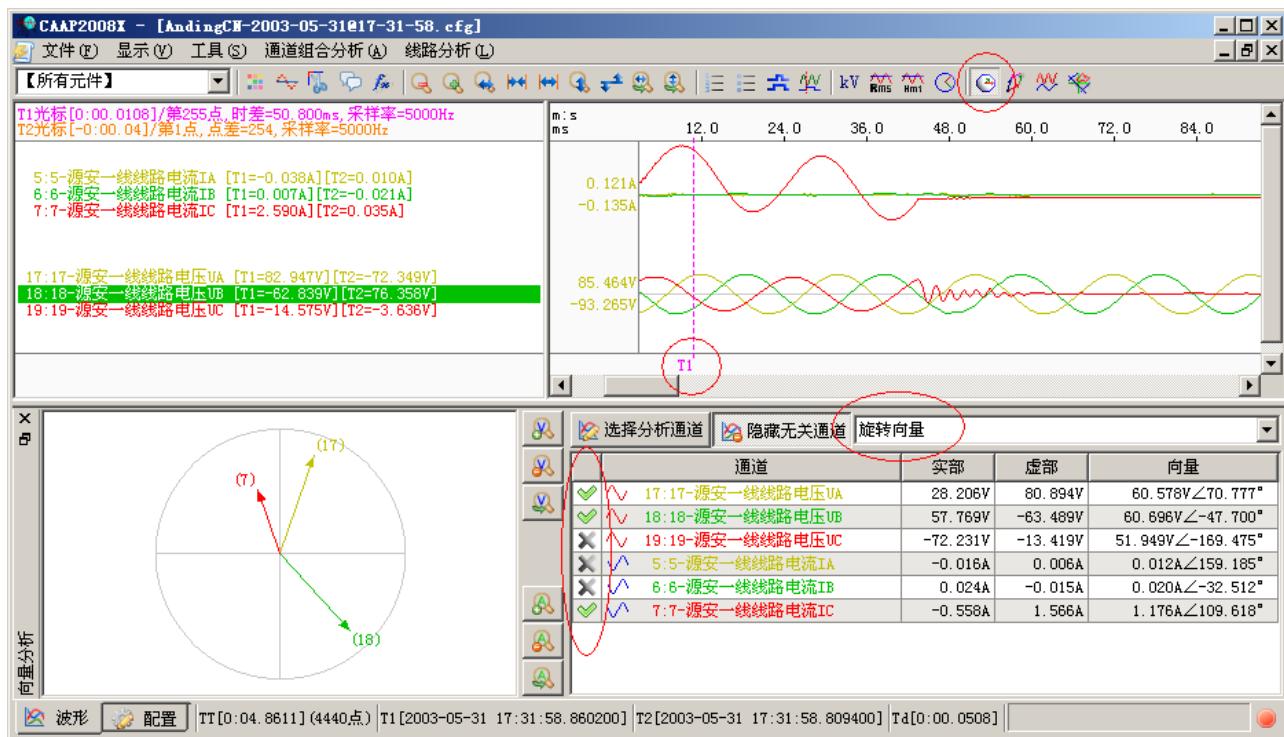
通过移动 T1 光标可观测指定点处的相量值。通道显示值切换操作中的一次值和二次值切换可同时切换相量值的显示。



【图 5.3.1.1】



【图 5.3.1.2】



【图 5.3.1.3】

序量分析

CAAP2008X 可单独或同时选择三相电压通道和/或三相电流通道做序量分析，可对电压电流单独缩放，可选择隐藏指定的序量。

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 序量分析(V)】菜单；或点击工具栏上的【】按钮，均可以进入序量分析面板。

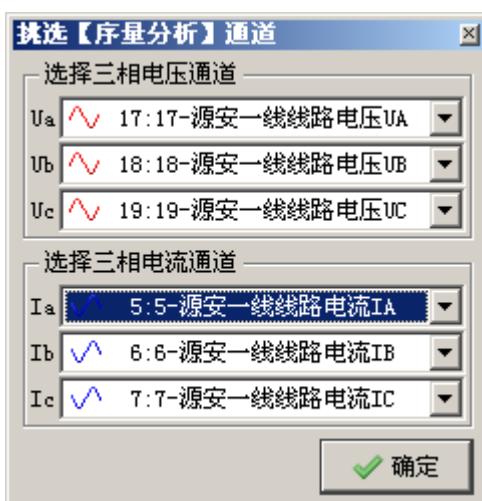
【图 5.3.3.1】是选择序量分析通道对话框。

【图 5.3.3.2】是序量分析面板。

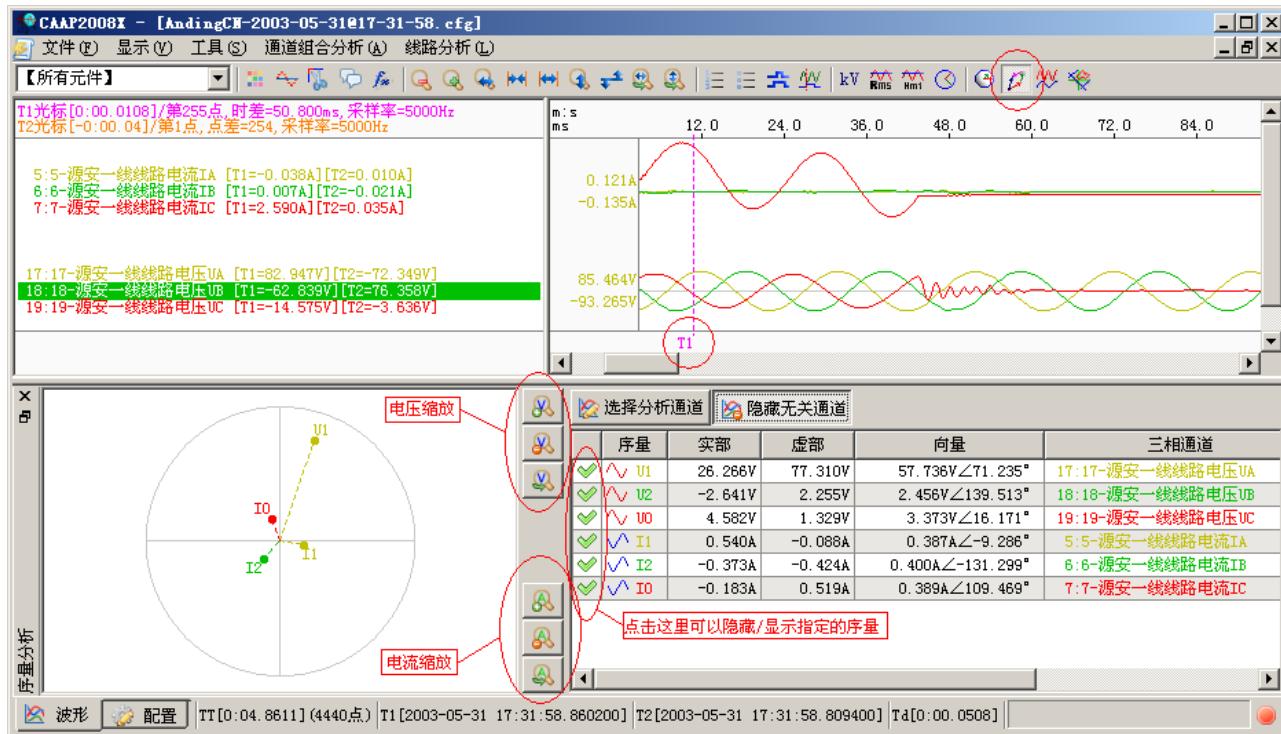
在该面板中可以对电压和电流单独缩放。

用鼠标左键点击右边当前相量值列表中第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的序量。

通过移动 T1 光标可观测指定点处的序量值。通道显示值切换操作中的一次值和二次值切换可同时切换序量值的显示。



【图 5.3.2.1】



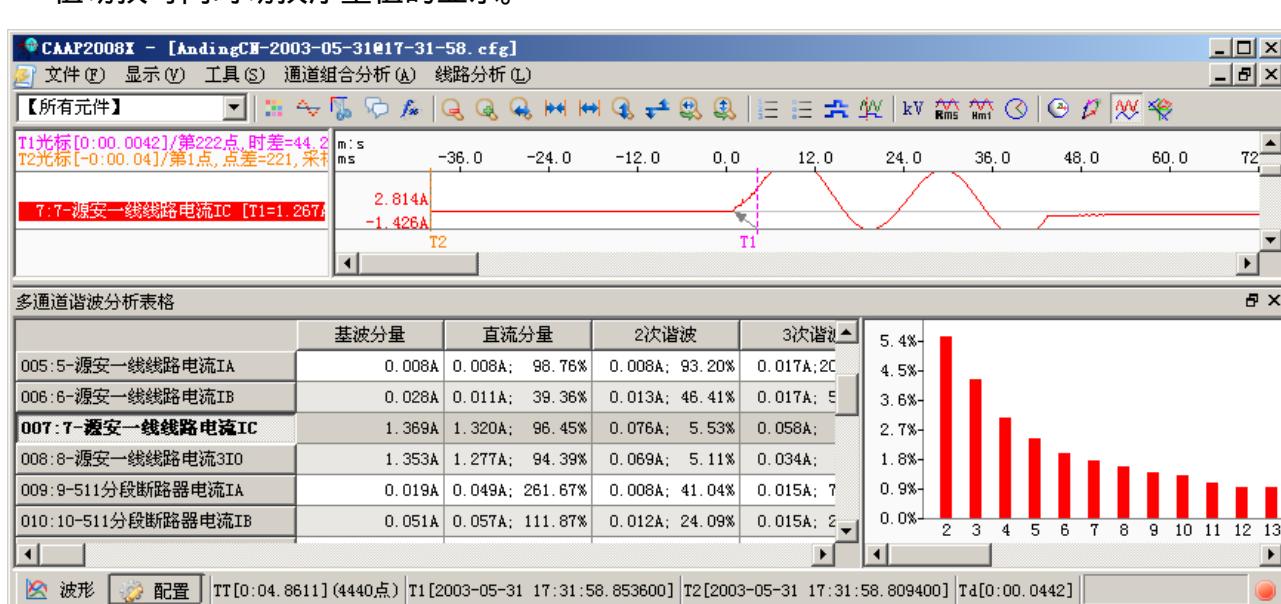
【图 5.3.2.2】

谐波分析

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 谐波分析(H)】菜单；或点击工具栏上的【】按钮，均可以进入谐波分析面板，如【图 5.3.3.1】。

面板左侧的列表是各个通道当前 T1 光标点处的基波分量、直流分量和各次谐波分量值表，右边的频谱图是左边列表中当前选中的通道的谐波频谱。

通过移动 T1 光标可观测指定点处的序量值。通道显示值切换操作中的一次值和二次值切换可同时切换序量值的显示。



【图 5.3.3.1】

阻抗分析

CAAP2008X 可以分析 “ $Z=Ux/(Ix+K^*Io)$ ” 阻抗(单相接地阻抗)、“ $Z=Ux/Ix$ ” 阻抗(单相阻抗)以及 “ $Z=Uxy/Uxy$ ” 阻抗(相间阻抗)，在以上三种阻抗分析中，均可支持最多三个电流分支。

在阻抗分析面板中可以绘制阻抗轨迹；用户可以定制四边形、圆形、多边形、直线形等阻抗边界，并且可以保存和载入阻抗边界参数；阻抗平面可以无极自由缩放。

用户还可以将由公式编辑器计算产生的阻抗虚通道绘制到阻抗平面中。

在阻抗分析面板中支持故障过程演播，可动态观测阻抗轨迹穿越阻抗边界的过程。

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 阻抗分析(R)】菜单；或点击工具栏上的按钮，均可以进入阻抗分析面板，如【图 5.3.4.1】。

点击【选择分析对象】按钮，弹出阻抗算法选择菜单，选择一个阻抗算法后会弹出相应的阻抗分析对象及参数设置对话框。

【图 5.3.4.2】是 “ $Z=Ux/(Ix+K^*Io)$ ” 阻抗参数设置对话框。

【图 5.3.4.3】是 “ $Z=Ux/Ix$ ” 阻抗参数设置对话框。

【图 5.3.4.4】是 “ $Z=Uxy/Ixy$ ” 阻抗参数设置对话框。

【图 5.3.4.5】是自选阻抗实虚部通道参数设置对话框，阻抗实虚部虚通道通常由公式编辑器计算得出。

点击【设置边界参数】按钮，弹出阻抗边界参数设置对话框，在这里设定需要的阻抗边界参数。

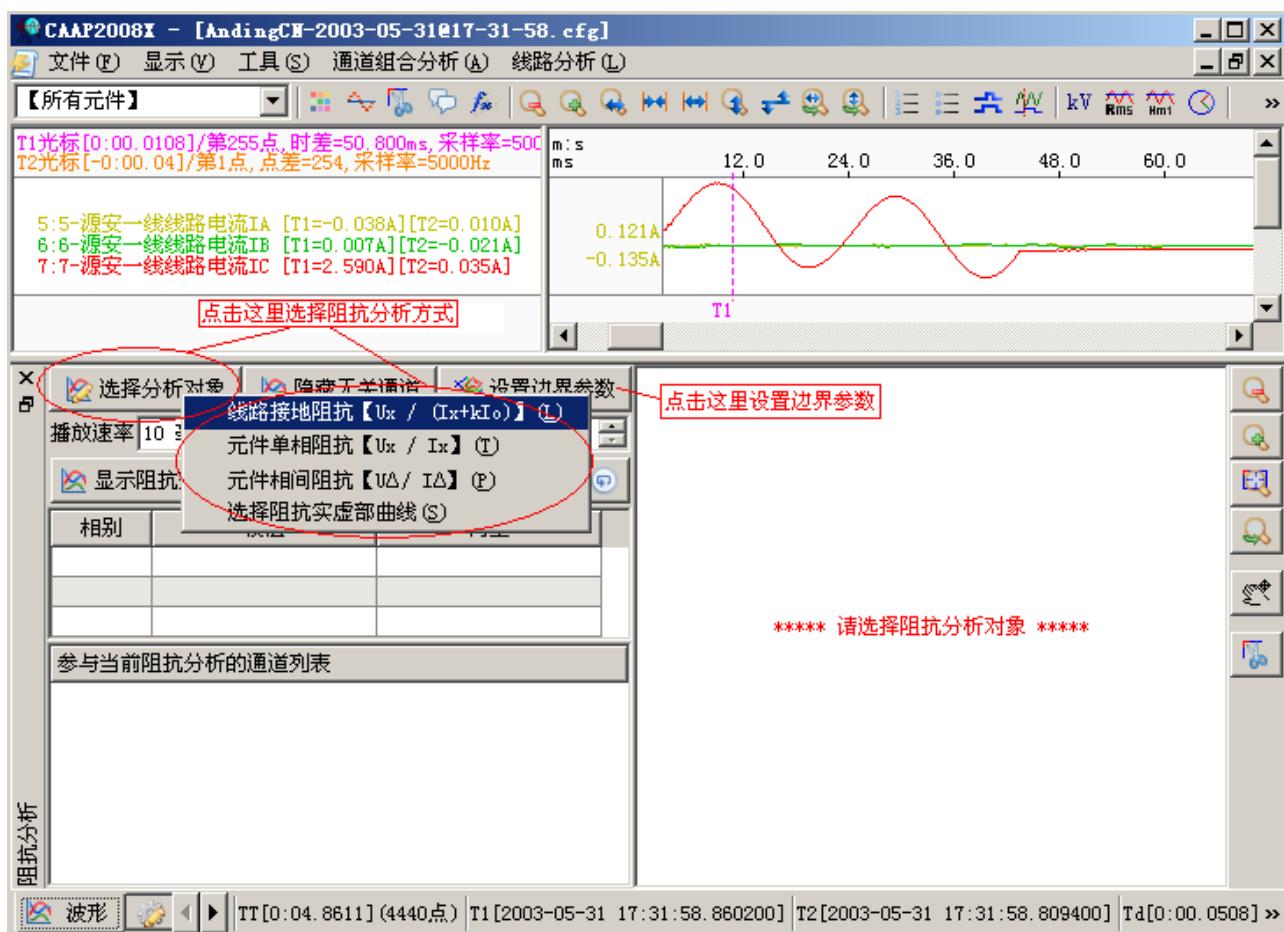
【图 5.3.4.6】是多边形边界参数设置面板。

【图 5.3.4.7】是直线形边界参数设置面板。

【图 5.3.4.8】是圆形边界参数设置面板。

【图 5.3.4.9】是四边形边界参数设置面板。

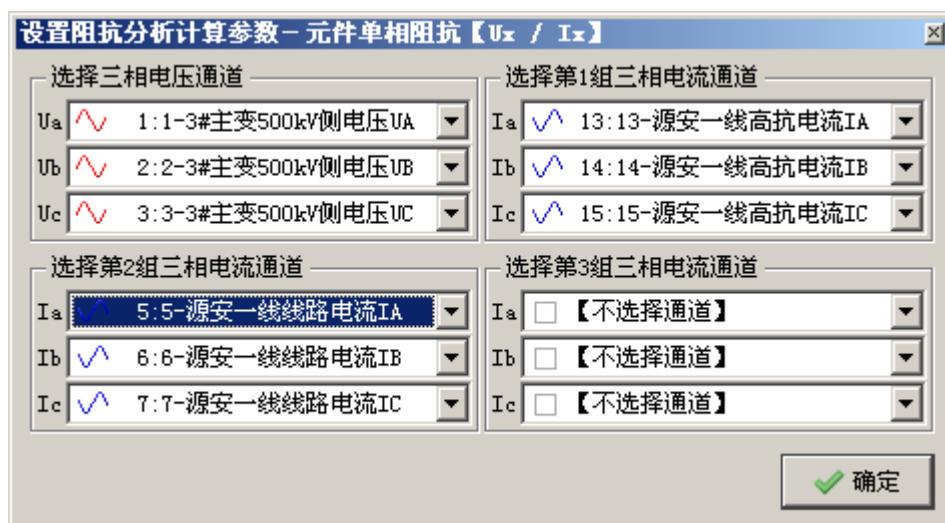
各个参数的意义可以在画面的示意图中直观看出。



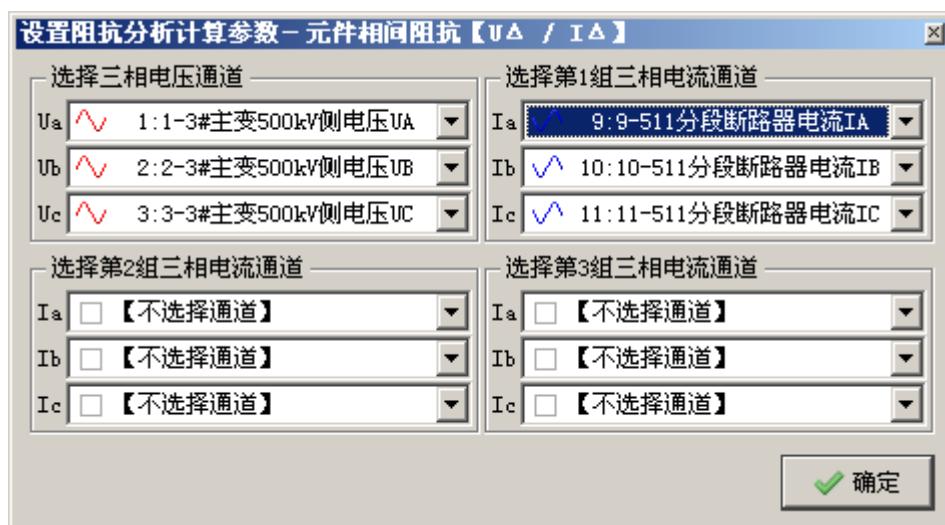
【图 5.3.4.1】



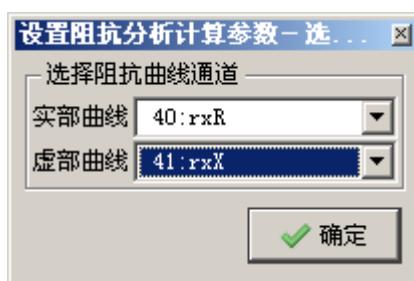
【图 5.3.4.2】



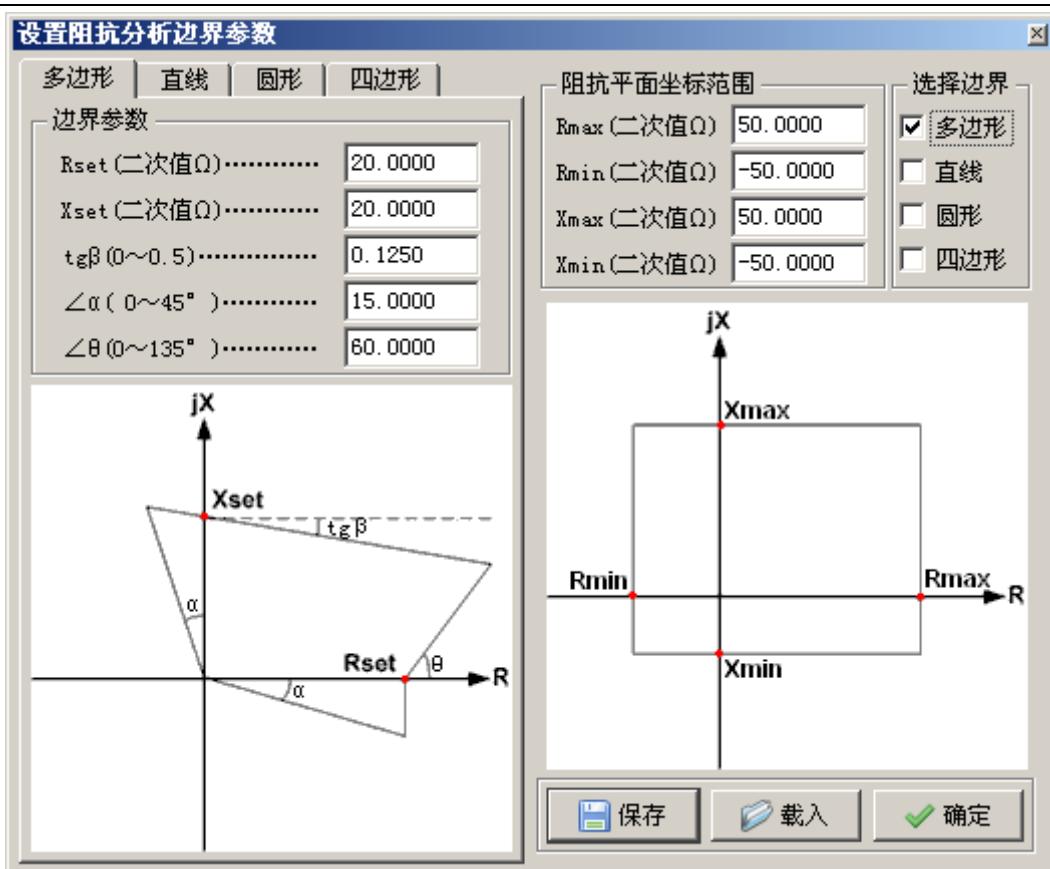
【图 5.3.4.3】



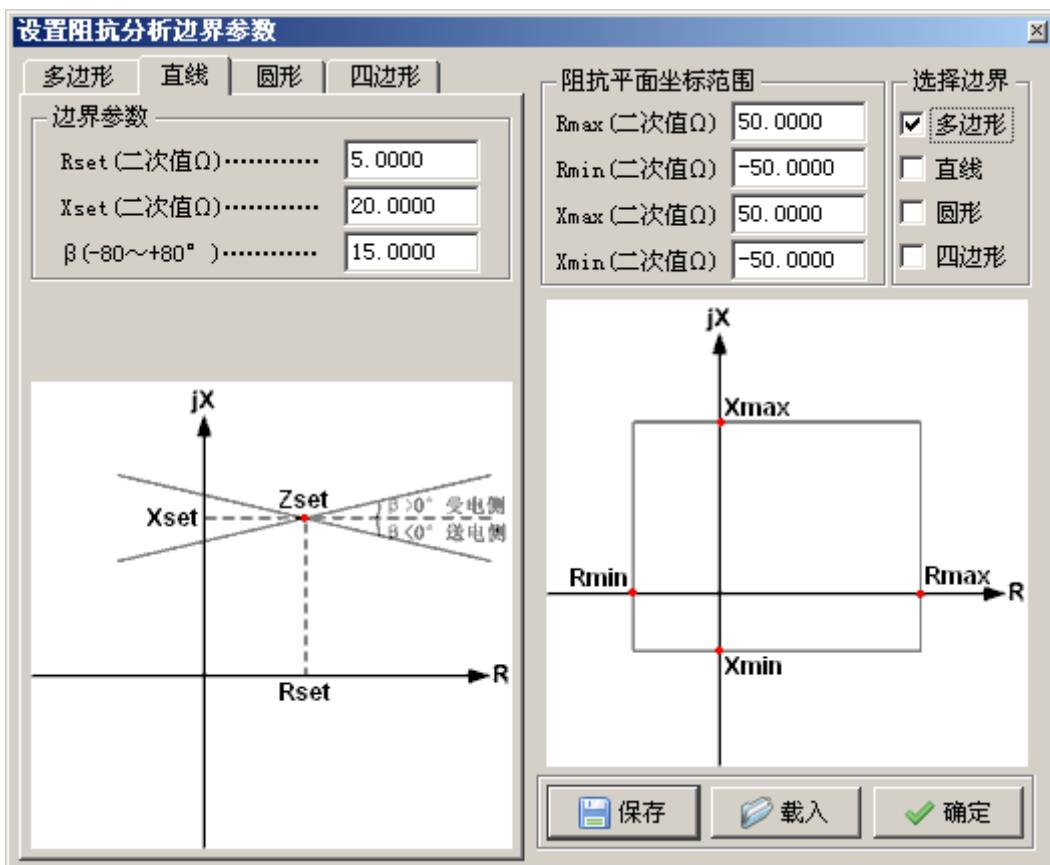
【图 5.3.4.4】



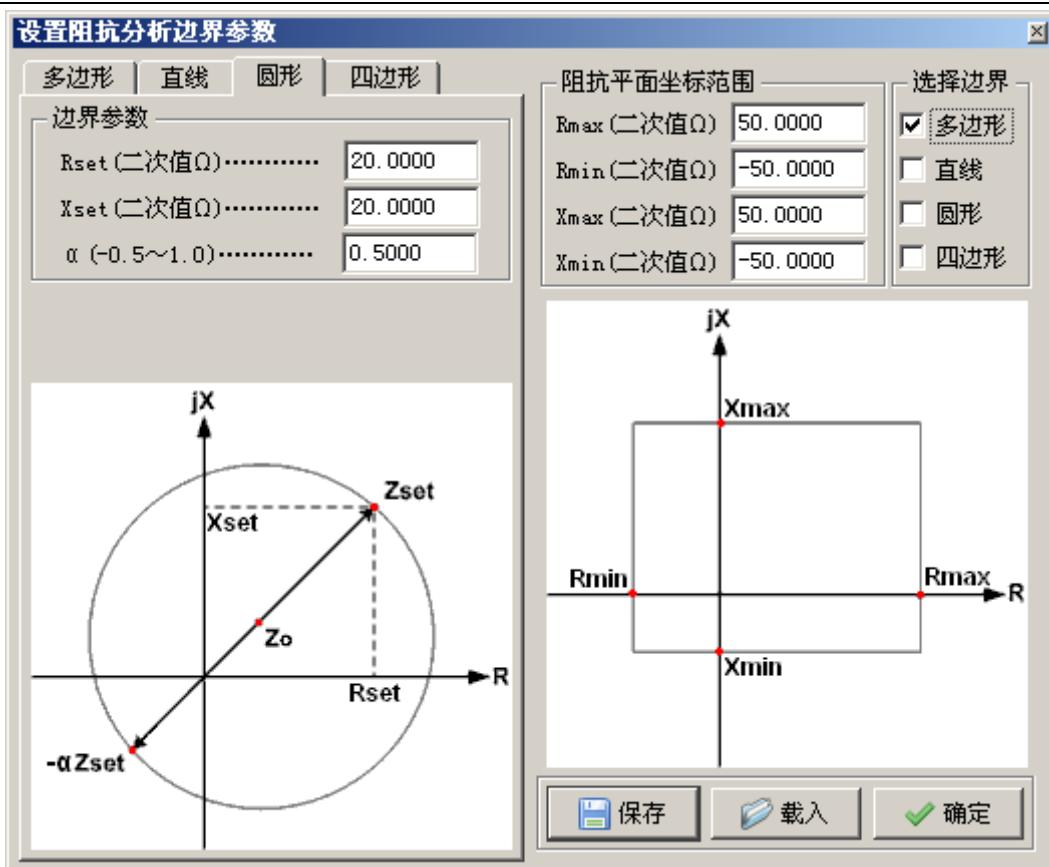
【图 5.3.4.5】



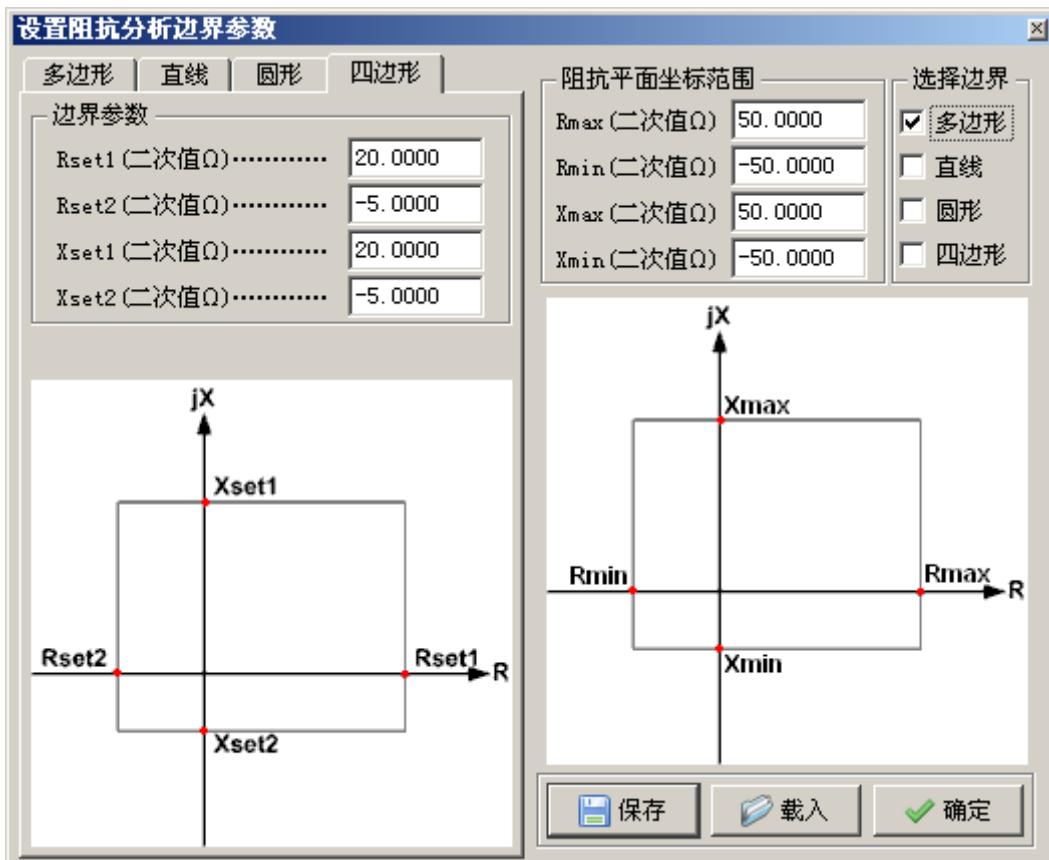
【图 5.3.4.6】



【图 5.3.4.7】



【图 5.3.4.8】



【图 5.3.4.9】

【图 5.3.4.10】是阻抗分析画面，在该画面中显示了 T1 与 T2 两个光标间的阻抗变

化轨迹。【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，【】是重播控制按钮。

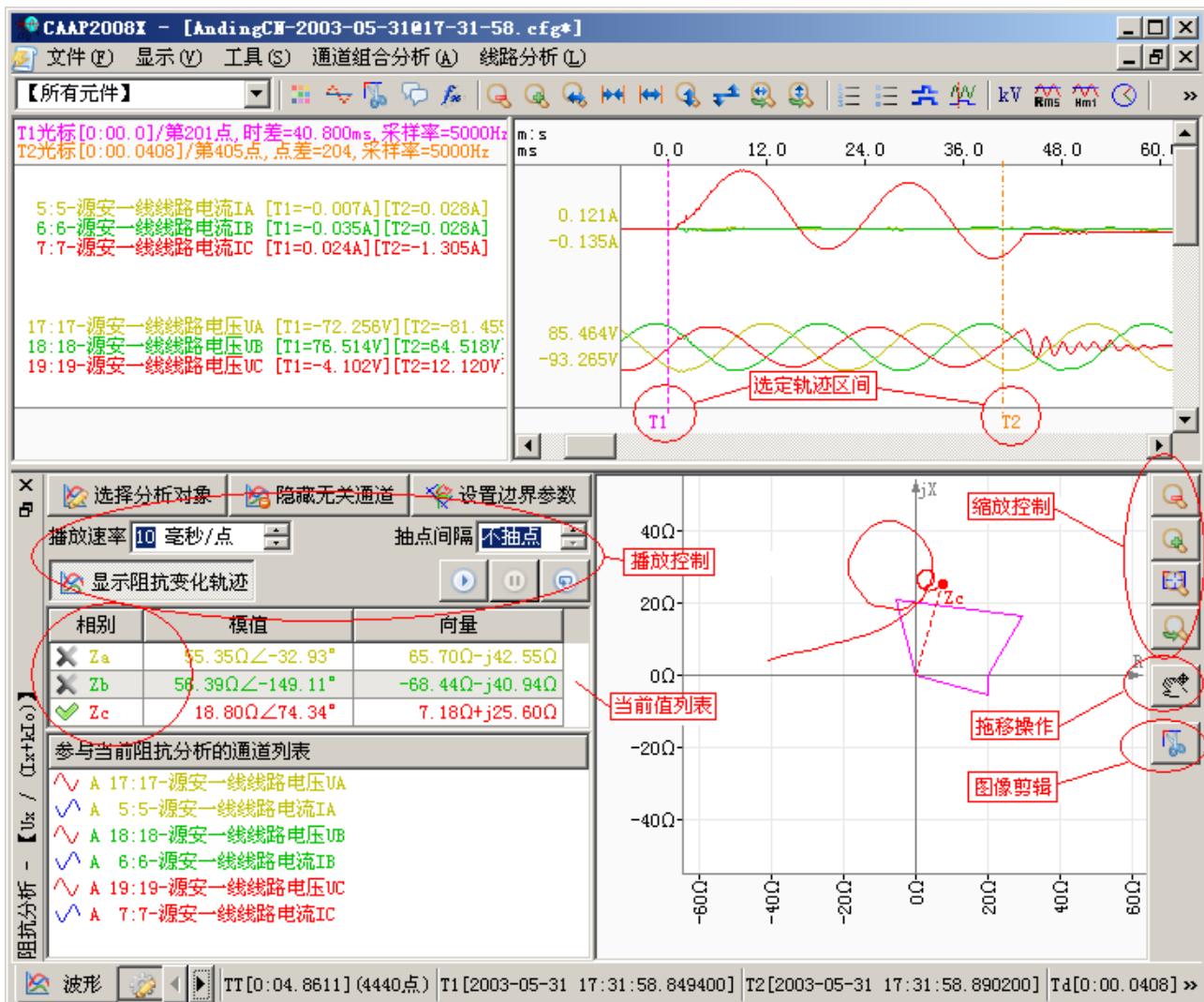
可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的阻抗轨迹区间也是由 T1 和 T2 光标选定。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

用鼠标左键点击面板左侧中部的阻抗值列表中的第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的阻抗相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在阻抗平面视图右侧的按钮是控制阻抗平面的。【】和【】是定比缩放控制按钮；

【】是窗口区间框选缩放按钮；【】是缩放还原控制按钮；【】是拖移操作控制按钮；【】是图像剪辑控制按钮。



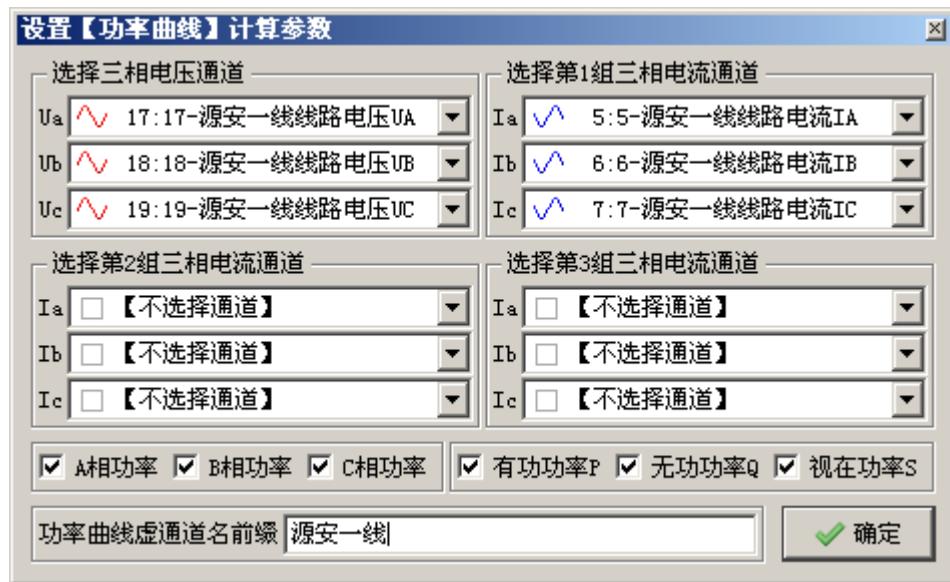
【图 5.3.4.10】

功率曲线

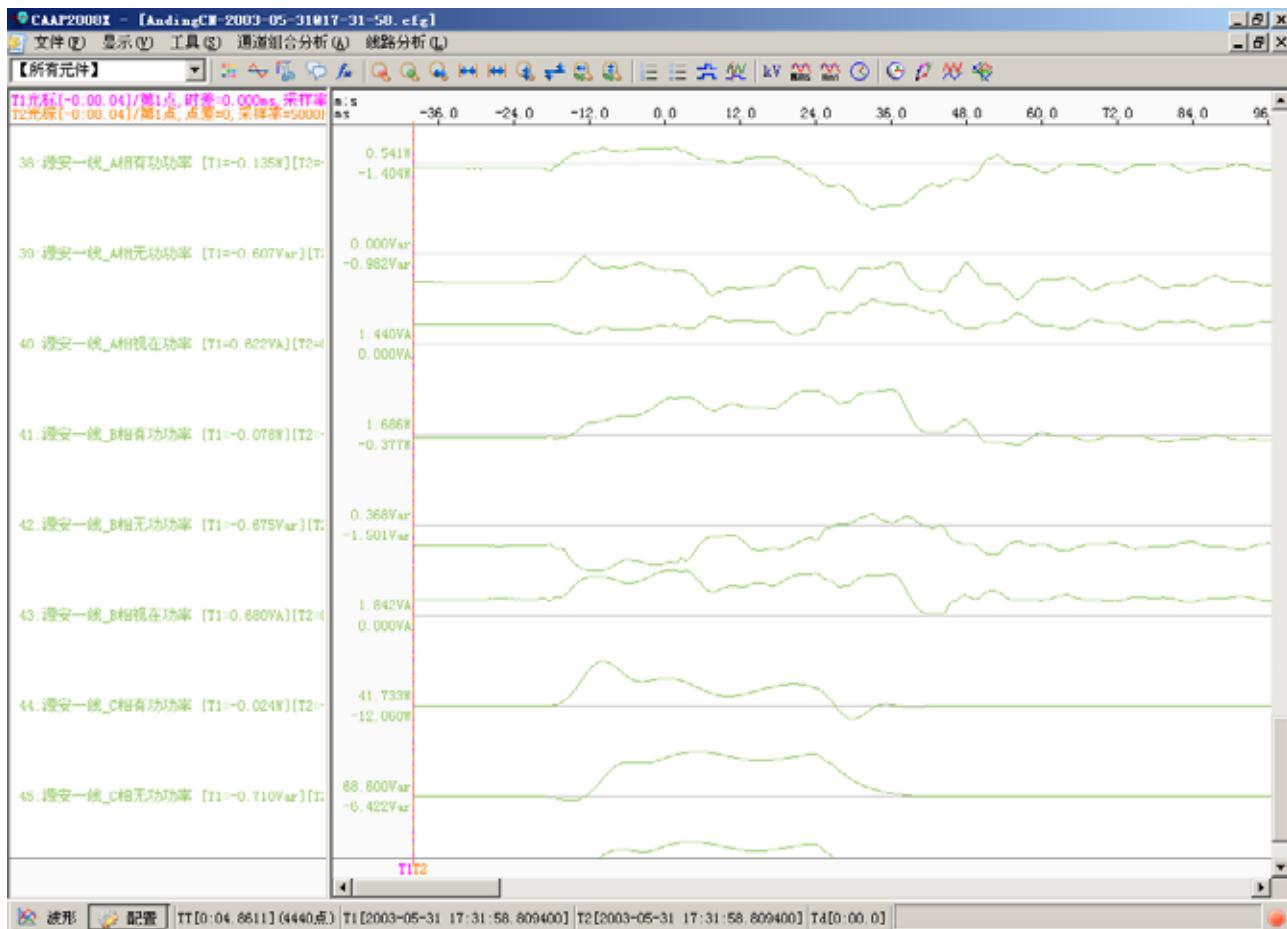
选择主菜单的【通道组合分析(A) - 功率曲线(R)】菜单，弹出功率曲线计算参数设置对话框，如【图 5.3.5.1】。在该对话框中指定用于计算功率的电压电流通道和需要计

算的功率类型，功率计算可同时支持最多三个分支的电流；可以选择计算各相的有功功率、无功功率和视在功率。

【图 5.3.5.2】是功率曲线计算后生成的功率虚通道。



【图 5.3.5.1】



【图 5.3.5.2】

母线差动分析

CAAP2008X 的母线差动分析最多可选择 32 个电流分支；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差

动边界。

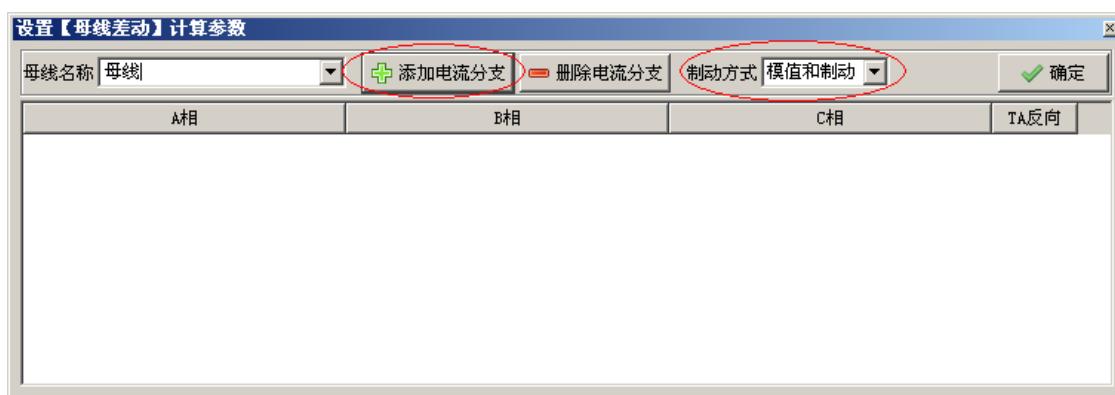
在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 母线差动分析(D)】菜单，弹出差动分支及制动方式选择对话框，如【图 5.3.6.1a】，点击【添加分支】按钮，弹出如【图 5.3.6.1b】的分支电流设置对话框，设置好计算母差的各个电流分支和制动方式后，进入母线差动分析面板，如【图 5.3.6.3a】是两折线差动边界形式，【图 5.3.6.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

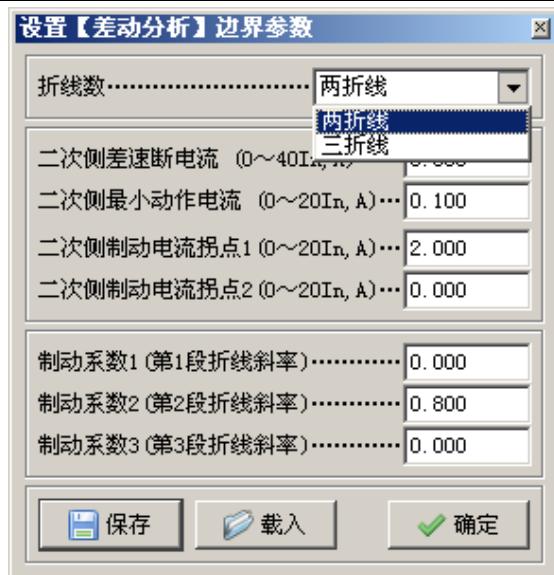
点击在母线差动分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如图【5.3.6.2】。



【图 5.3.6.1a】



【图 5.3.6.1b】



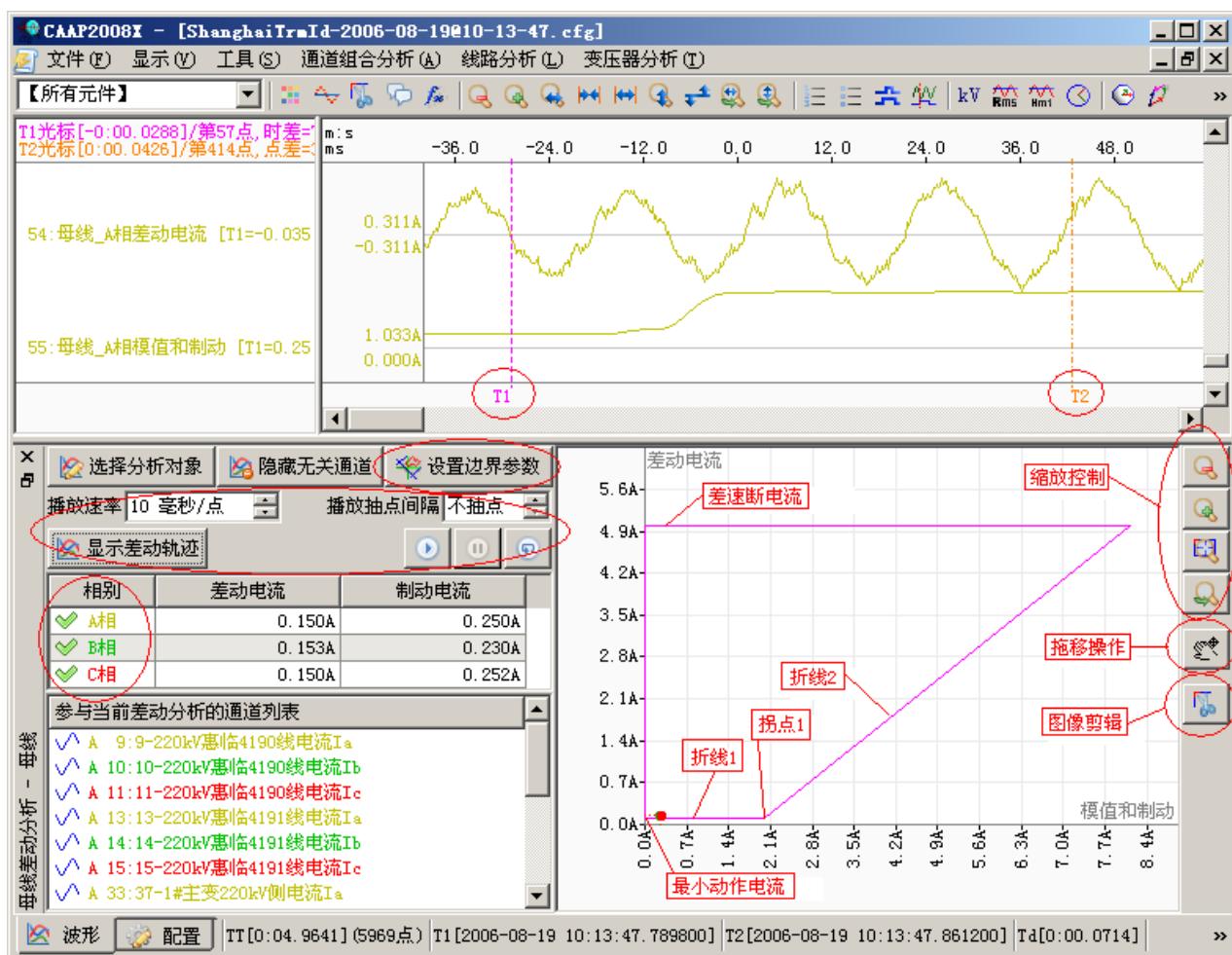
【图 5.3.6.2】

在差动分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的差动轨迹区间是由T1和T2光标选定的。播放过程中系统自动移动T1光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位T1光标来指定播放进程。

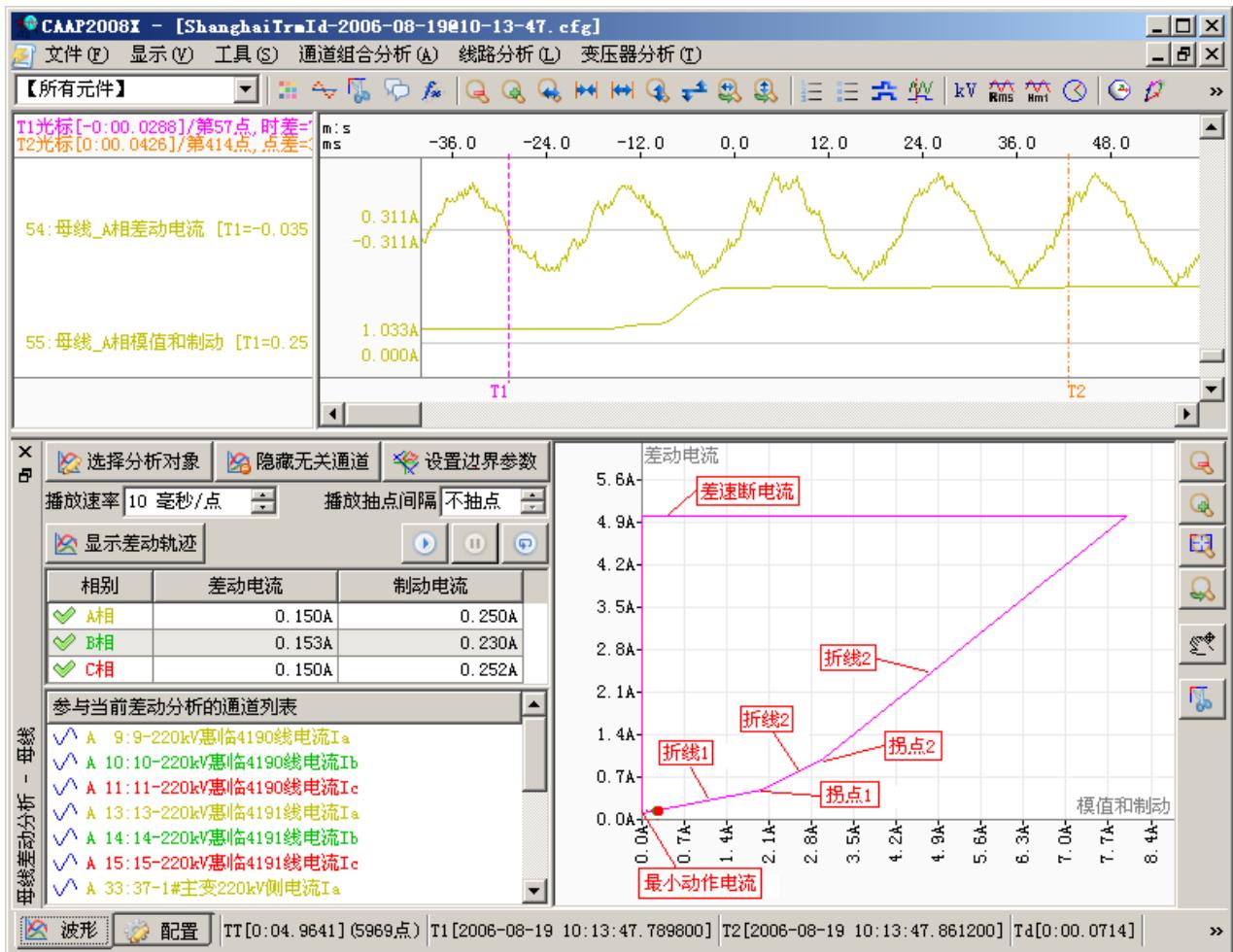
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的 / 图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。和是定比缩放控制按钮；是窗口区间框选缩放按钮；是缩放还原控制按钮；是拖移操作控制按钮；是图像剪辑控制按钮。



【图 5.3.6.3a】



【图 5.3.6.3b】

开关量变位事件清单

选择主菜单的【通道组合分析(A) - 显示变位事件清单(E)】菜单，就可以显示出开关量变位事件清单，如【图 5.3.7.1】。

在【图 5.3.7.1】中可以设定“时间显示格式”参数，“ms.us”中的“ms”表示毫秒，“us”表示微妙；“mm:ss:us”中的“mm”表示分钟，“ss”表示秒钟，“us”表示微妙。所有时间均是相对时间（相对与设定的“相对时间参考点”参数）。

在【图 5.3.7.1】中可设定“相对时间参考点”参数，可选项有“录波触发时刻”、“当前 T1 光标时刻(动态)”、“当前 T1 光标时刻(固定)”以及各个有变位的开关量通道的第一次变位时间等。

“录波触发时刻”指的是 T0 时刻；“当前 T1 光标时刻(动态)”指的是当 T1 光标位置变化时，相对时间参考点也随之变化；“当前 T1 光标时刻(固定)”指的是将设定此参数时的 T1 光标时刻作为固定的相对时间参考点，设定之后不再随 T1 光标变化而变化了。

在表格中双击一个变位事件，可以直接将 T2 光标定位到该事件位置。

表格中的【↑】图标表示从 OFF 变到 ON 状态；【↓】图标表示从 ON 状态变到 OFF 状态。



【图 5.3.7.1】

X-Y 自定义平面

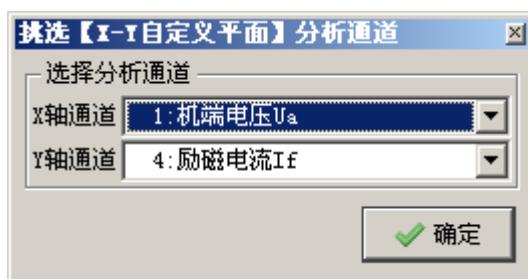
CAAP2008X 提供一个“X-Y 自定义平面”的自由分析手段，用户可指定两个通道分别作为平面中的 X 轴和 Y 轴，来观测这两个通道之间的变化关系，如发电机短路实验中机端电压和励磁电流的关系图。

在“X-Y 自定义平面”中可整定多个圆形或直线形的辅助边界线，边界线参数可以保存和载入。

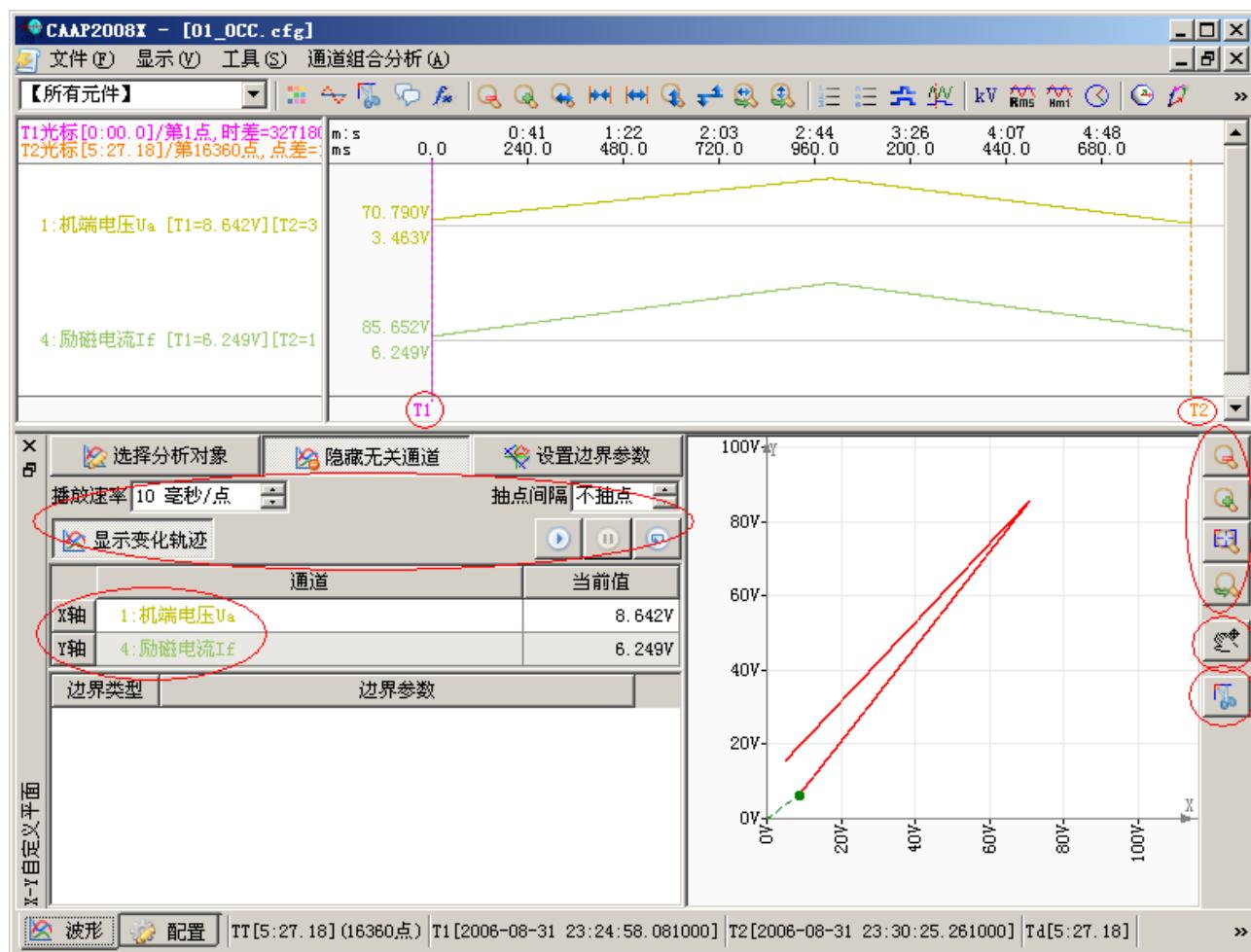
在“X-Y 自定义平面”中可以显示轨迹、可以演播变化过程，这些操作均与其他的分析是一致的。

选择主菜单的【通道组合分析(A) - X-Y 自定义平面(X)】菜单，弹出通道选择对话框，如【图 5.3.8.1】，分别指定 X 轴和 Y 轴对应的通道后进入“X-Y 自定义平面”分析面板，如【图 5.3.8.2】。

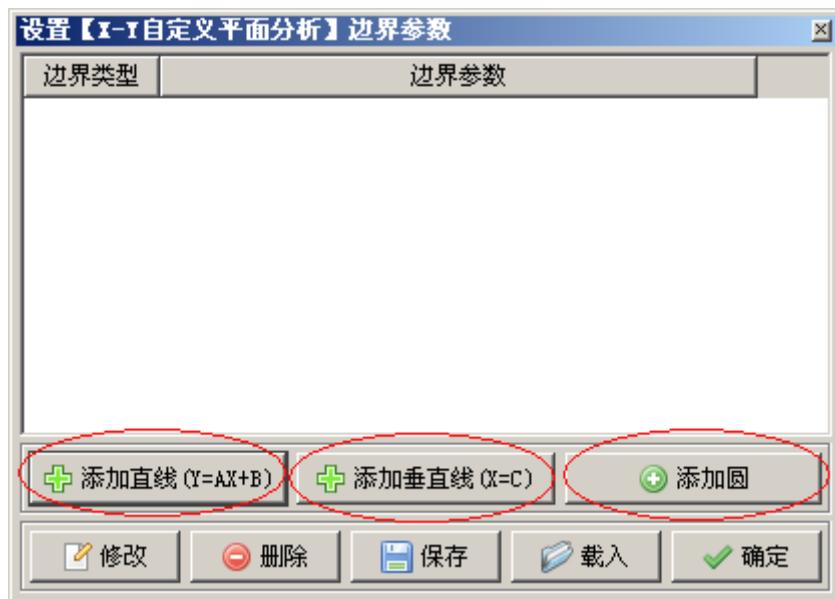
【图 5.3.8.3】是辅助边界线设置对话框；【图 5.3.8.3a】是单个直线型($Y=AX+B$)辅助边界线设置对话框；【图 5.3.8.3b】是单个垂直线($X=C$)辅助边界线设置对话框；【图 5.3.8.3c】是单个圆形辅助边界线设置对话框。



【图 5.3.8.1】



【图 5.3.8.2】



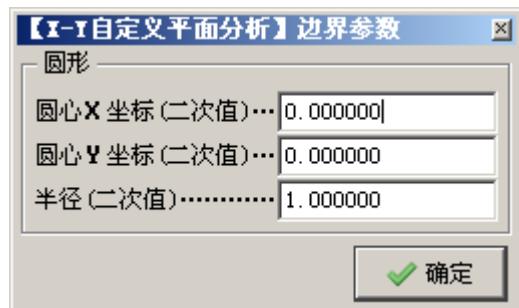
【图 5.3.8.3】



【图 5.3.8.3a】



【图 5.3.8.3b】



【图 5.3.8.3c】

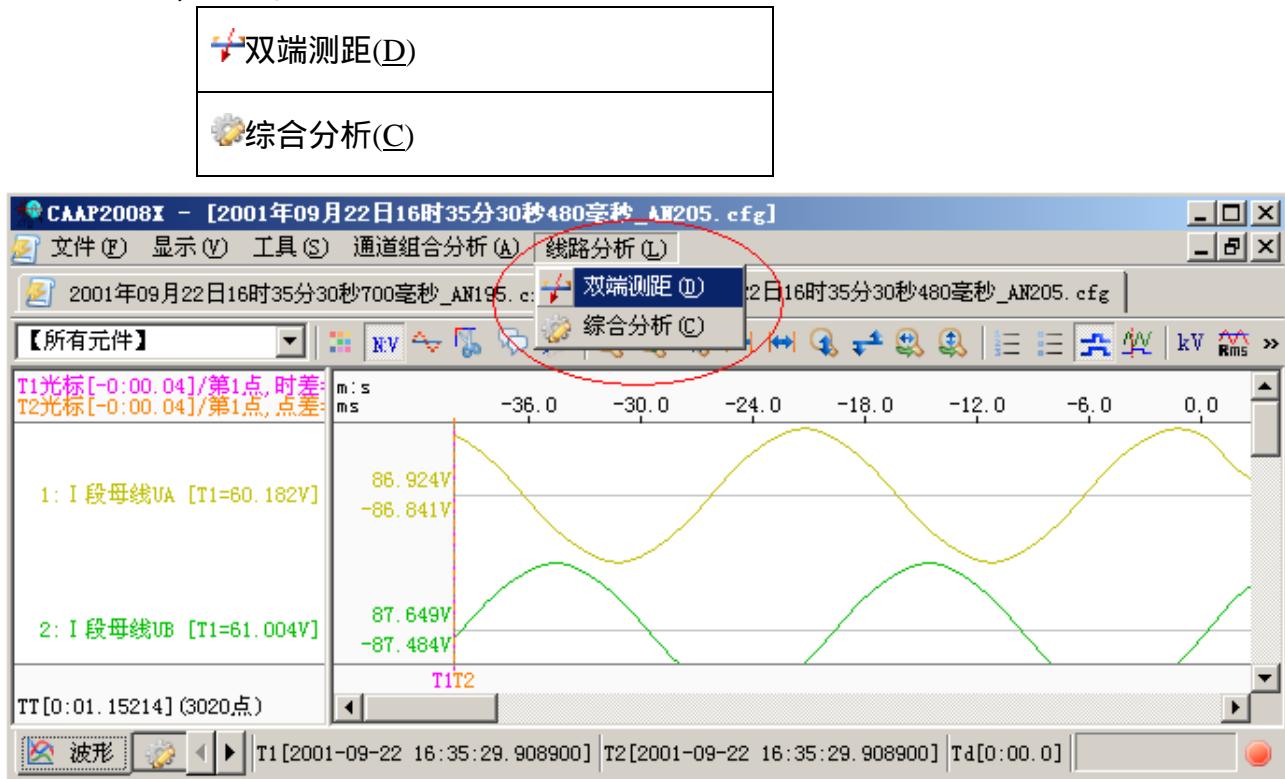
6. 元件分析

CAAP2008X 提供了丰富的面向一次元件的保护特性分析工具，如针对变压器的功率分析、过激磁分析、纵差分析、自耦变分侧差动分析、自耦变零序差动分析；针对发电机的功率分析、过激磁分析、功角分析、失磁分析、失步分析、运行极限图分析、完全纵差分析、不完全纵差分析、裂相横差分析；以及针对发变组的完全纵差分析等。

当配置了相关的一次元件参数后，对应的分析菜单就会显示出来，通过这些分析菜单来选择进入各种分析面板。

6.1. 线路测距

当配置了线路的相关参数后，CAAP2008X 的主菜单会显示出【线路分析(L)】菜单项，如【图 6.1】，该菜单包括：



【图 6.1】

双端测距

首先打开要进行测距的线路两端的同一次故障的录波数据文件，然后选择【图 6.1】的【线路分析(L) - 双端测距(D)】菜单，弹出双端测距参数设置向导：

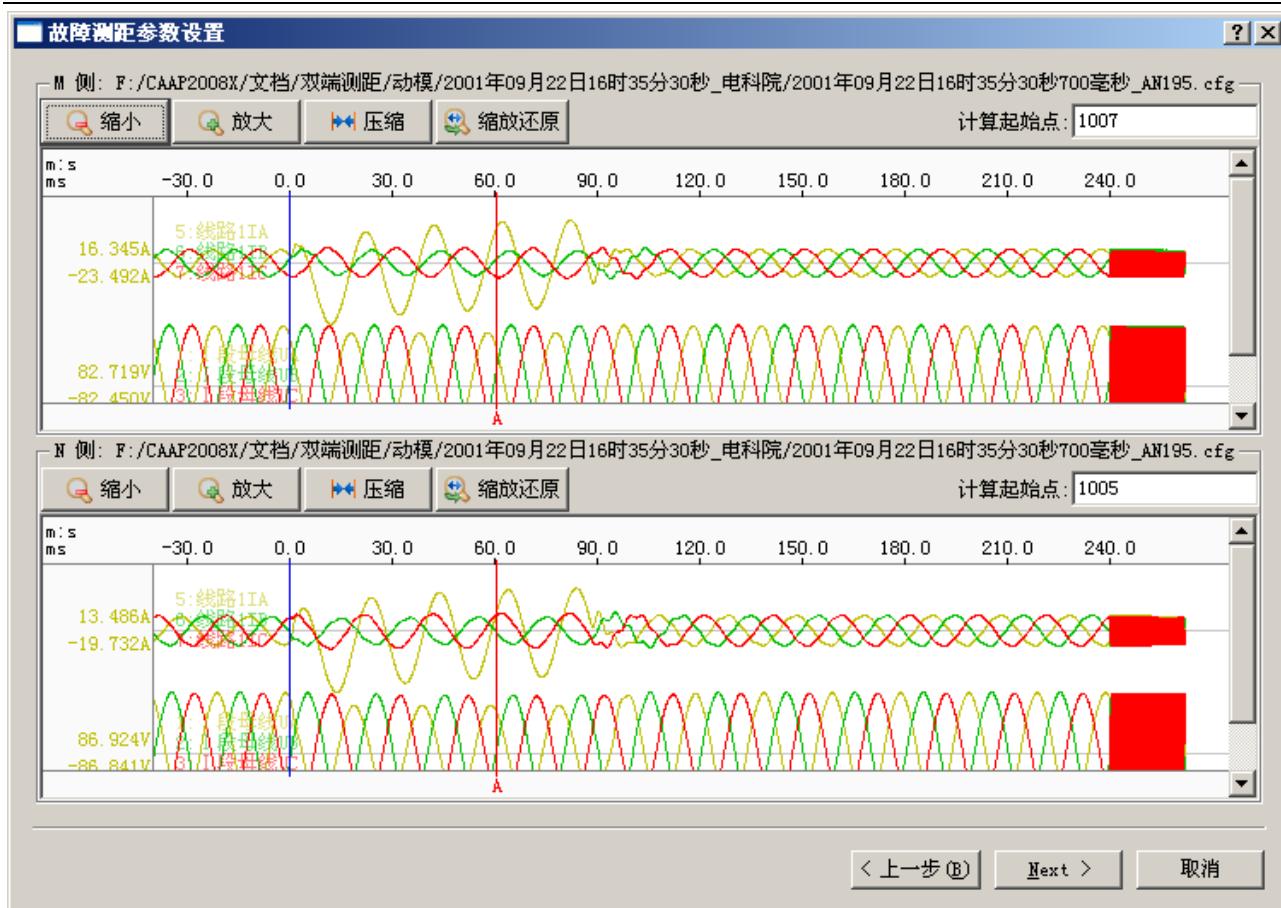
第一步：选择双端的录波文件和要测距的线路(或直接指定 ABC 三相电压电流通道)，设置线路参数(正序阻抗和正序电容参数)和 TV 及 TA 变比，如【图 6.1.1.1】。

“突变量可靠系数”是用来自动定位故障测距计算数据窗的参数，如果软件不能自动定位到故障测距数据窗，则需要用户手动指定数据窗起点，见第二步。



【图 6.1.1.1】

第二步：指定测距用的数据窗的起始点，如【图 6.1.1.2】，A 光标（红色）就是故障测距计算数据窗的起始点，系统会根据给定的突变量自动选择一个数据窗的起始点，用户可以根据需要再手动调整（如一个文件里有多个故障，自动选择的两个文件的数据窗不是同一次故障的数据窗，这时就需要手动调整了），起始点之后至少应有一个周波的故障段数据。



【图 6.1.1.2】

第三步：输出测距结果，如【图 6.1.1.3】。



【图 6.1.1.3】

综合分析

选择【图 6.1】的【线路分析(L) - 综合分析(C)】菜单，CAAP2008X 会对该录波文件的所有通道进行综合分析，然后选择出一个故障线路，再对该故障线路进行选相和单端测距，并给出故障报告，包括测距结果和开关量动作清单等，如【图 6.1.2.1】。

2001年09月22日16时35分30秒480毫秒_AN205.rpt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

故障分析简表

电站名称：中元试验中心
故障线路：线路1电流
相对时间 0ms 对应的绝对时刻：2001年09月22日 16时35分29秒948.900毫秒
第 001 段：(从 0.0 ms 到 280.0 ms)

故障开始时间 : 40.3 ms
故障相别 : AN
故障结束时间 : 156.9 ms
断路器跳闸时间 : 156.9 ms
故障距离 : 198.528 公里
二次侧电抗 : 2.7794 Ω

故障前一周波的母线电压有效值: A相: (一次值= 303.724 KV); (二次值= 60.745 V)
B相: (一次值= 305.650 KV); (二次值= 61.130 V)
C相: (一次值= 301.261 KV); (二次值= 60.252 V)
N相: (一次值= 5.207 KV); (二次值= 1.041 V)

故障前一周波的故障电流有效值: A相: (一次值= 0.816 KA); (二次值= 3.262 A)
B相: (一次值= 0.813 KA); (二次值= 3.252 A)
C相: (一次值= 0.823 KA); (二次值= 3.292 A)
N相: (一次值= 0.009 KA); (二次值= 0.038 A)

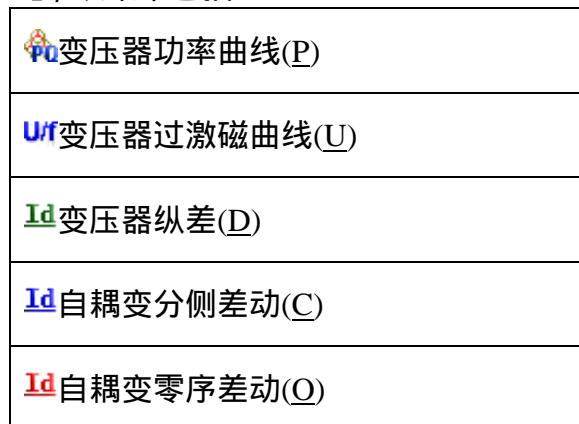
故障时的母线电压有效值:
A相: (一次值= 256.446 KV); (二次值= 51.289 V)
B相: (一次值= 300.519 KV); (二次值= 60.104 V)
C相: (一次值= 292.009 KV); (二次值= 58.402 V)
N相: (一次值= 21.748 KV); (二次值= 4.350 V)

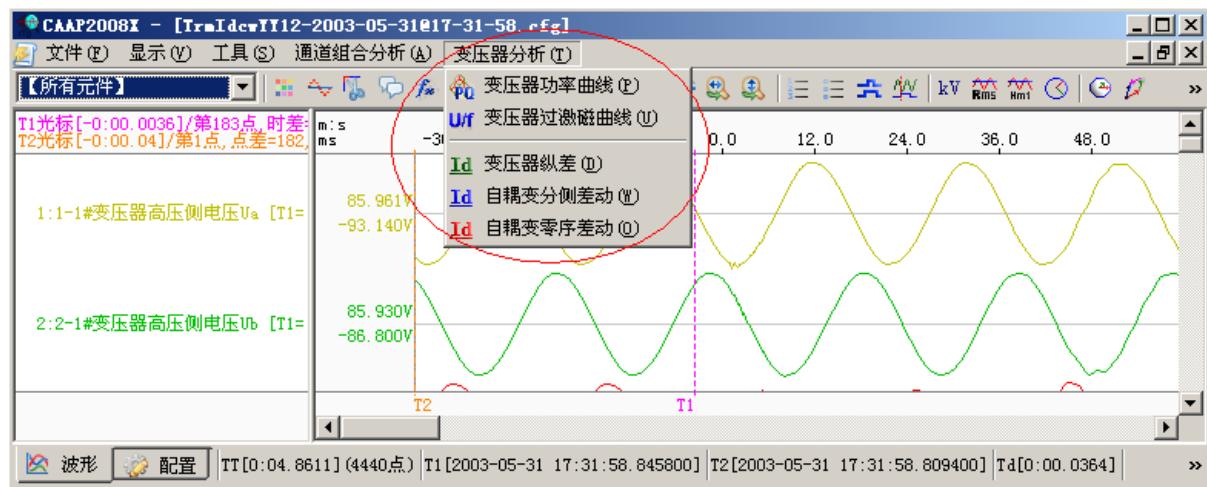
故障时的故障电流有效值:
A相: (一次值= 2.596 KA); (二次值= 10.383 A)
B相: (一次值= 0.708 KA); (二次值= 2.833 A)
C相: (一次值= 0.949 KA); (二次值= 3.798 A)
N相: (一次值= 2.779 KA); (二次值= 11.116 A)

【图 6.1.2.1】

6.2. 变压器分析

当配置了变压器的相关参数后，CAAP2008X 的主菜单会显示出『变压器分析(T)』菜单项，如【图 6.2】，该菜单包括：





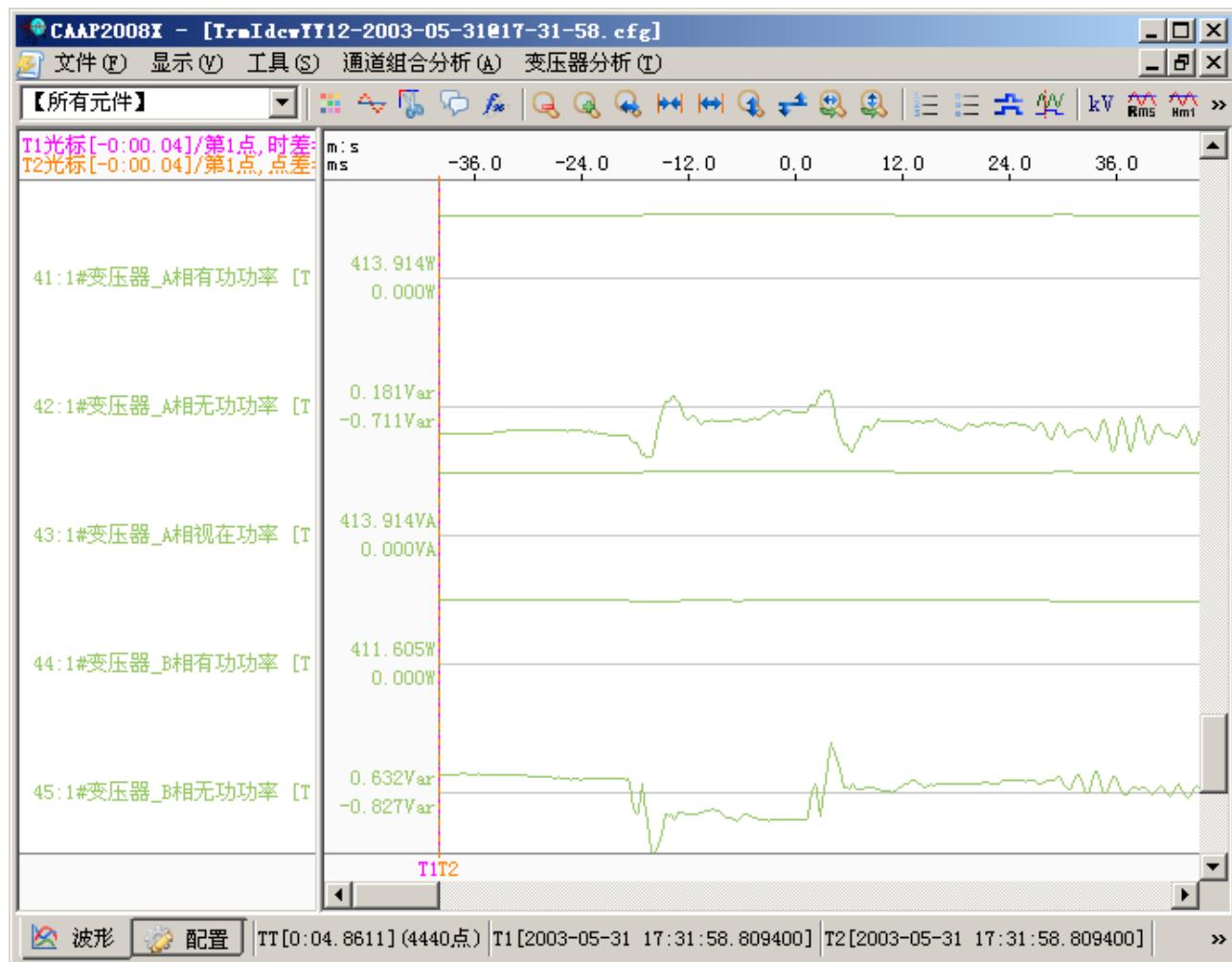
【图 6.2】

变压器功率曲线

选择【图 6.2】中的【变压器分析(T) - 变压器功率曲线(P)】菜单，弹出如【图 6.2.1.1】所示的变压器功率曲线计算参数设置对话框，选择变压器、功率相别、功率类型及功率分析侧后点击【确定】按钮，CAAP2008X 将功率计算结果以虚通道形式显示在波形视图的最后，如【图 6.2.1.2】。



【图 6.2.1.1】

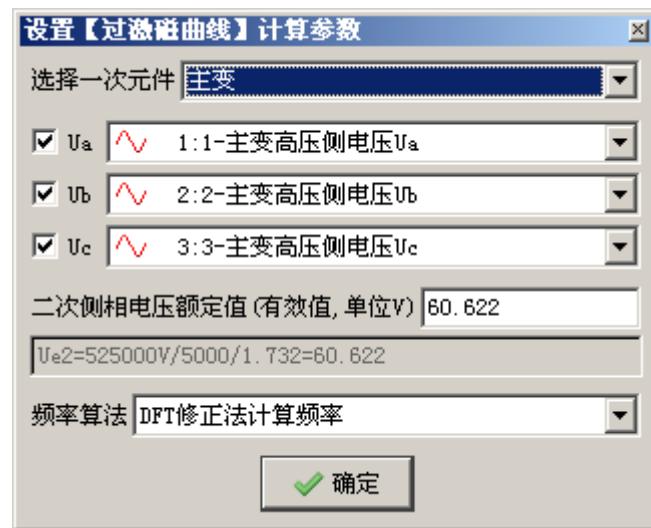


【图 6.2.1.2】

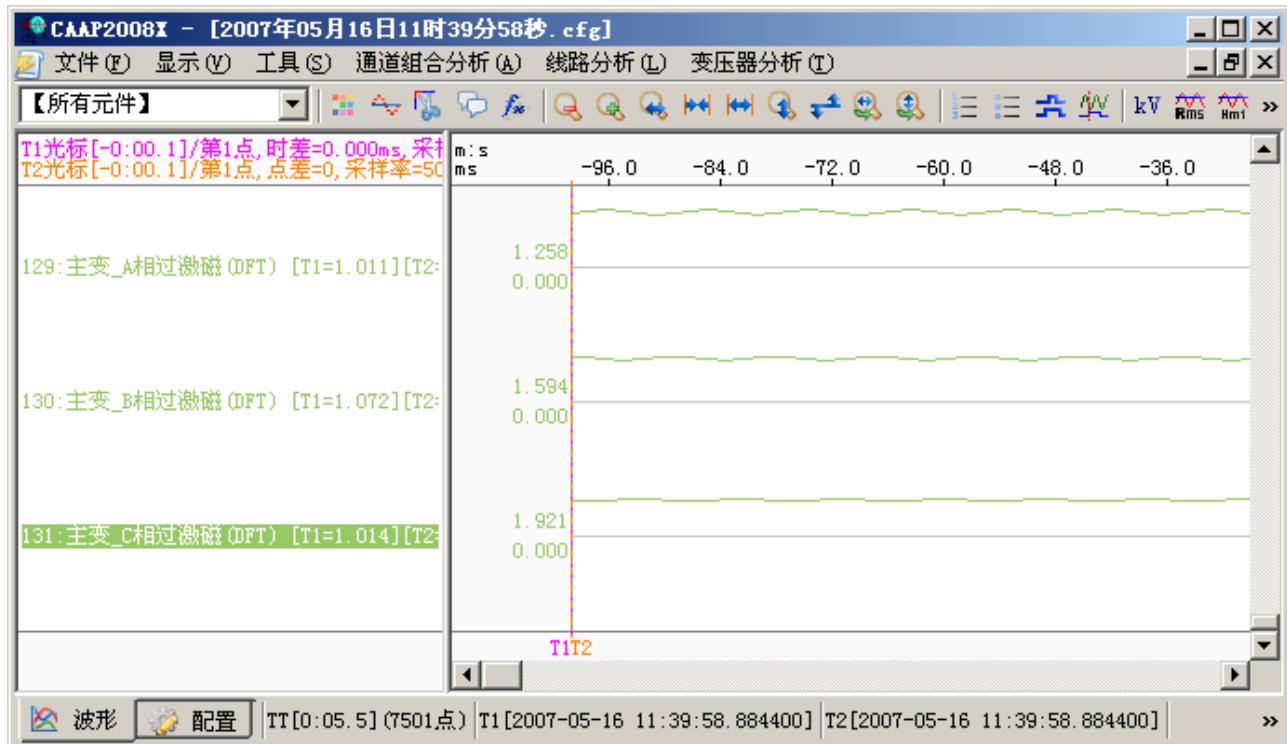
变压器过激磁曲线

选择【图 6.2】中的【变压器分析(T) - 变压器过激磁曲线(U)】菜单，弹出如【图 6.2.2.1】所示的变压器过激磁曲线计算参数设置对话框，选择“变压器”、各相“电压通道”及“频率算法”后点击【确定】按钮，CAAP2008X 将过激磁计算结果以虚通道形式显示在波形视图的最后，如【图 6.2.2.2】。

“频率算法”的可选参数有“DFT 插值修正法”、“零交越法”和指定频率通道。



【图 6.2.2.1】



【图 6.2.2.2】

变压器纵差

CAAP2008X 的变压器纵差分析最多可选择 7 个电流分支（高压侧 2 分支、中压侧 2 分支、低压侧 3 分支）；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

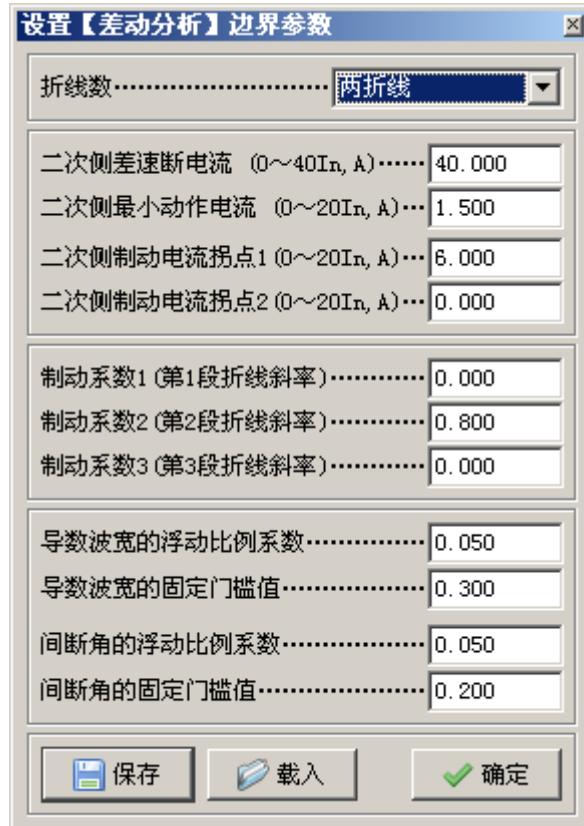
选择【图 6.2】中的【变压器分析(T) - 变压器纵差(D)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.2.3.1】，选择好变压器和制动方式后，进入变压器纵差分析面板，如【图 6.2.3.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.2.3.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在变压器纵差分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.2.3.2】。



【图 6.2.3.1】



【图 6.2.3.2】

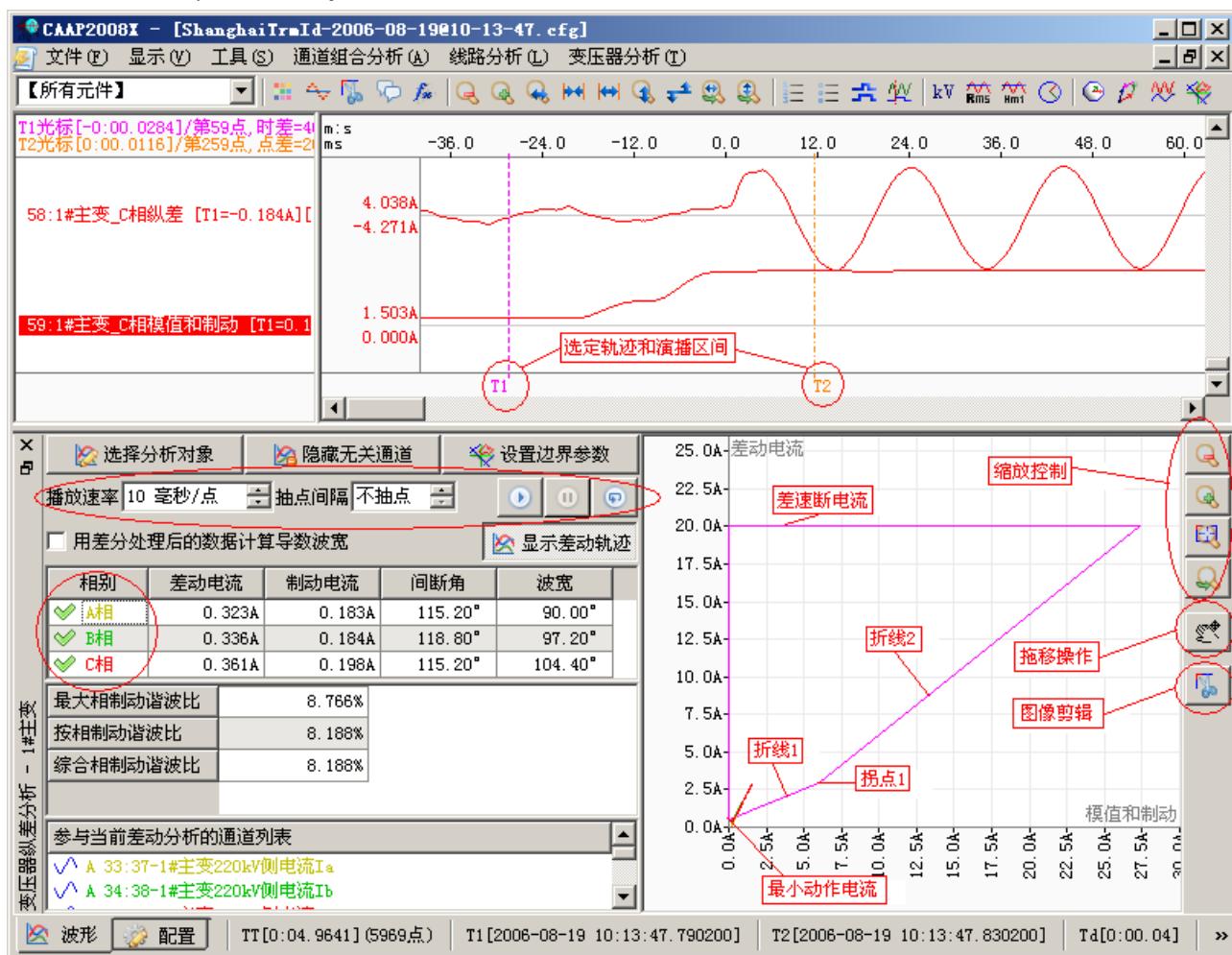
在【图 6.2.3.3】分析面板中，【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，【】是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

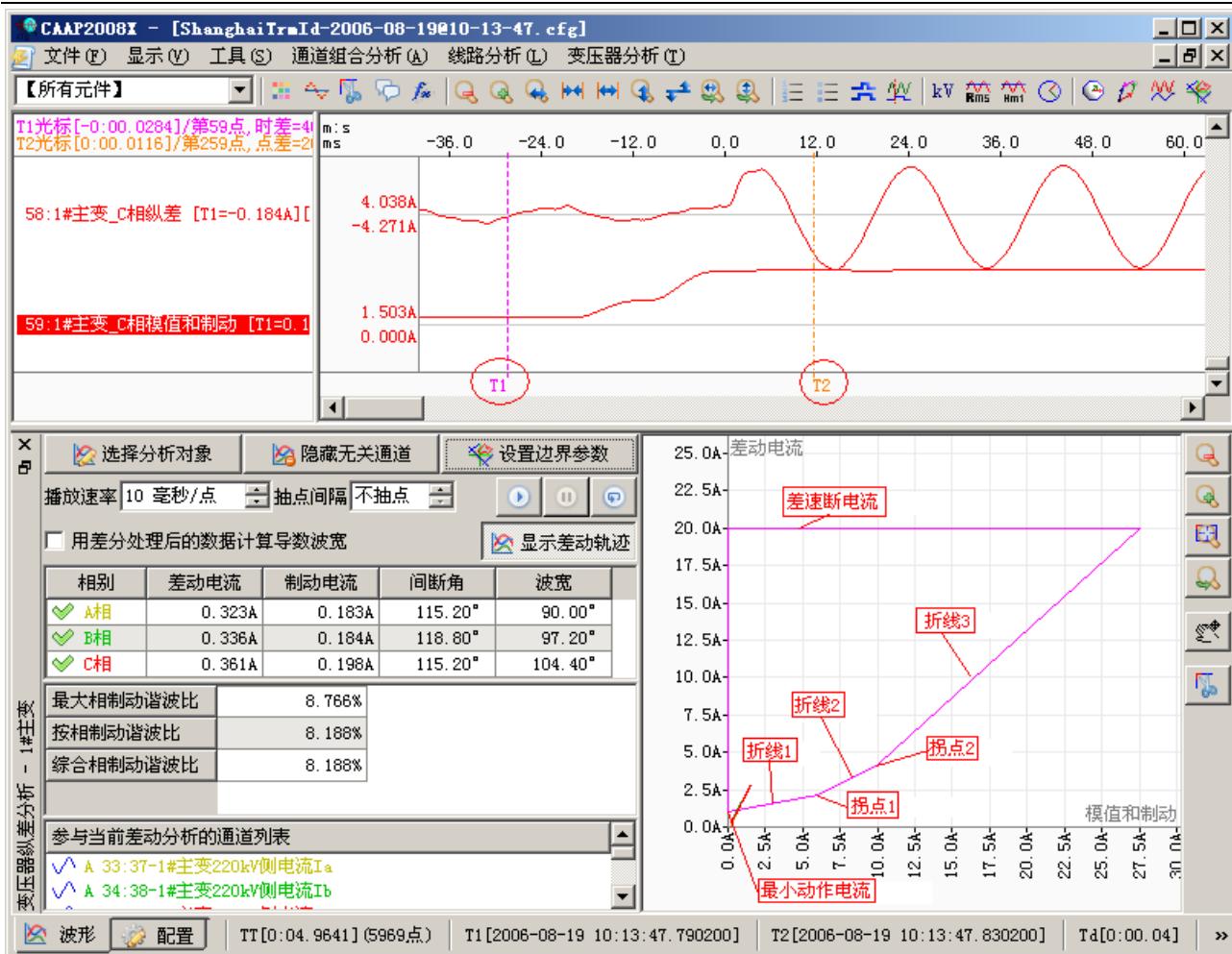
用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。【】和【】是定比缩放控制按钮；【】是窗口区间框选缩放按钮；【】是缩放还原控制按钮；【】是拖移操作控制按钮；【】

是图像剪辑控制按钮。



【图 6.2.3.3a】



【图 6.2.3.3b】

自耦变分侧差动

对于自耦变，CAAP2008X 提供了分侧差动分析功能，自耦变分侧差动最多可选择 5 个电流分支（高压侧 2 分支、中压侧 2 分支、公共绕组中性点分支）；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

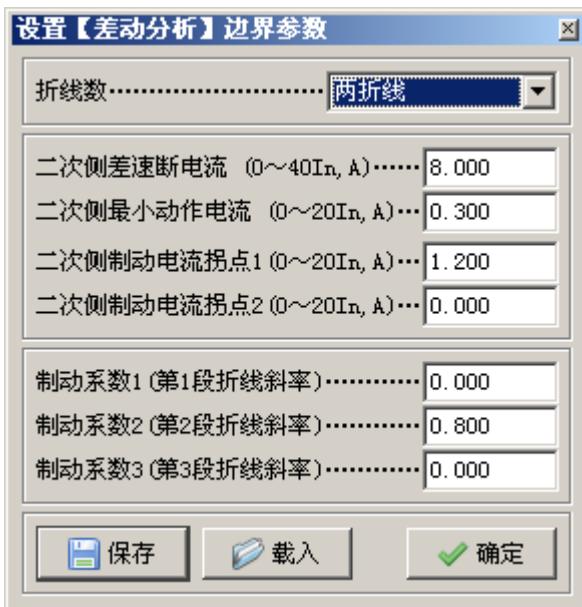
选择【图 6.2】中的【变压器分析(T) - 自耦变分侧差动(C)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.2.4.1】，选择好变压器和制动方式后，进入自耦变分侧差动分析面板，如【图 6.2.4.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.2.4.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在自耦变分侧差动分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.2.4.2】。



【图 6.2.4.1】



【图 6.2.4.2】

在【图 6.2.4.3】分析面板中，【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，

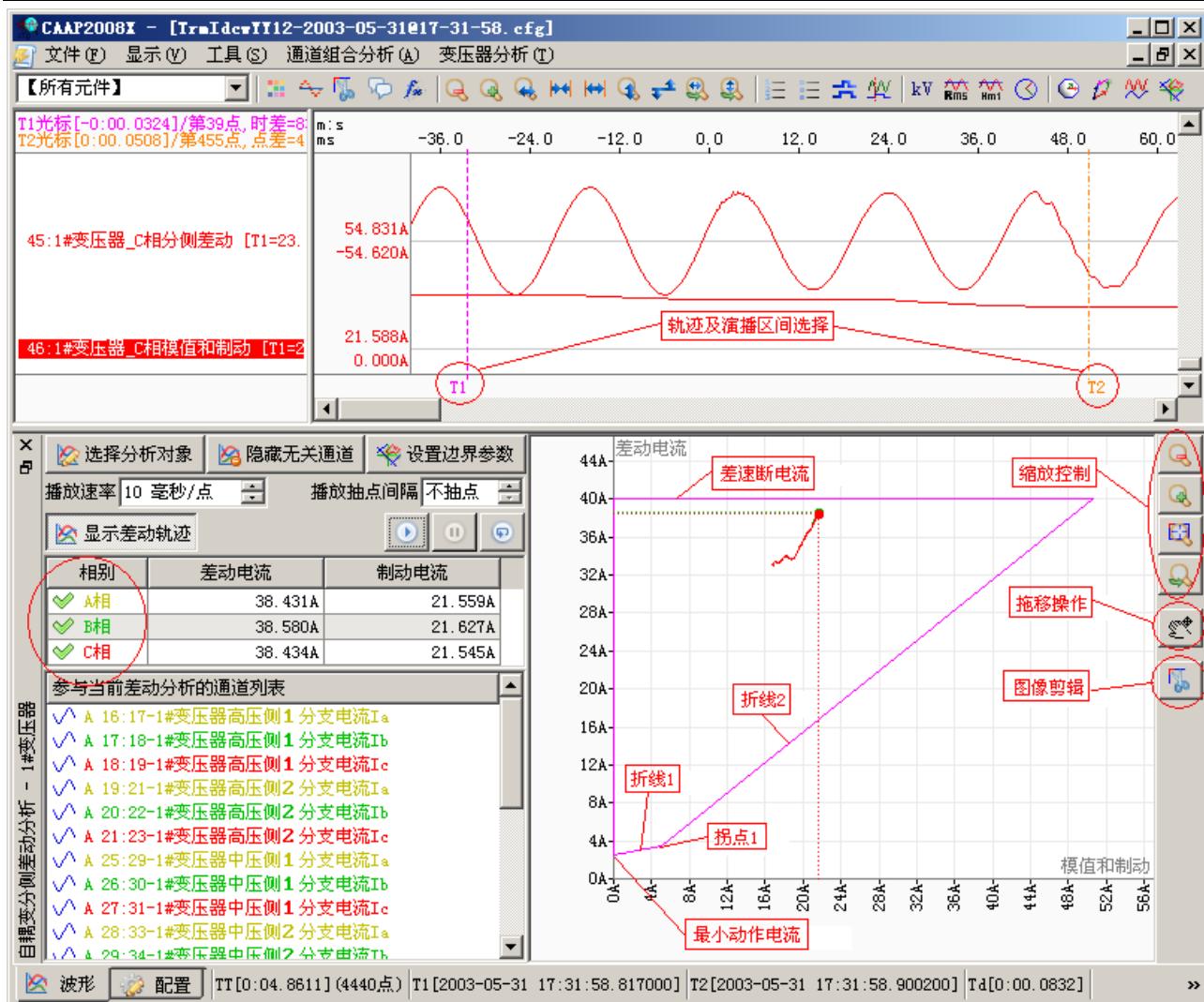
【】是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。

演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

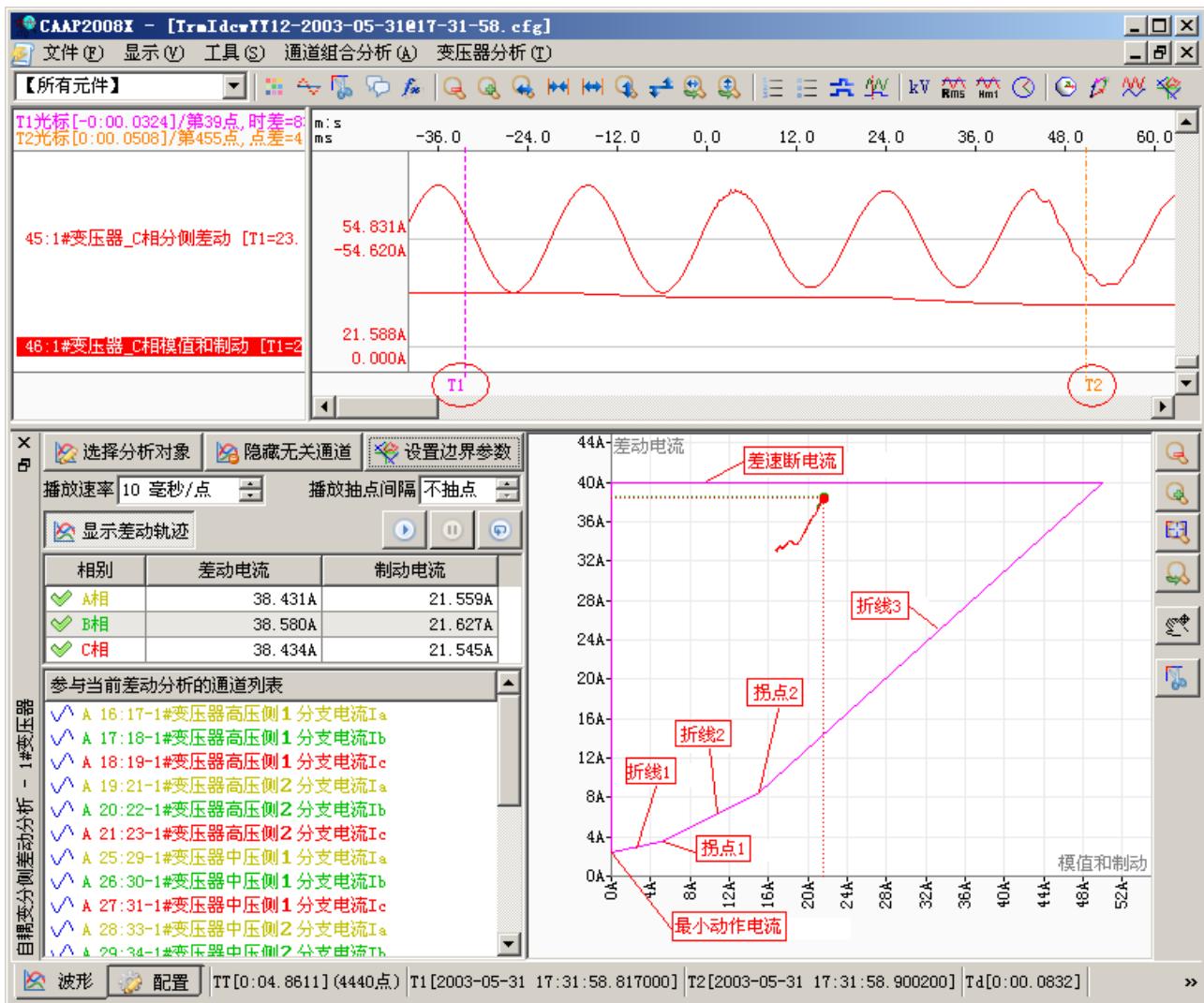
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。【】和【】是定比缩放控制按钮；【】是窗口区间框选缩放按钮；【】是缩放还原控制按钮；【】是拖移操作控制按钮；【】是图像剪辑控制按钮。



【图 6.2.4.3a】



【图 6.2.4.3b】

自耦变零序差动

对于自耦变，CAAP2008X 提供了零序差动分析功能，自耦变零序差动最多可选择 5 个电流分支（高压侧 2 分支、中压侧 2 分支、公共绕组中性点分支）；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

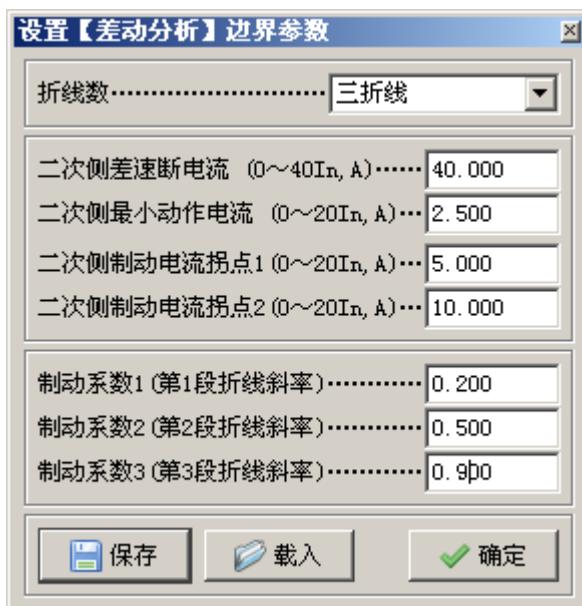
选择【图 6.2】中的【变压器分析(T) - 自耦变零序差动(O)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.2.5.1】，选择好变压器和制动方式后，进入自耦变零序差动分析面板，如【图 6.2.5.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.2.5.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在自耦变零序差动分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.2.5.2】。



【图 6.2.5.1】



【图 6.2.5.2】

在【图 6.2.5.3】分析面板中，【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，

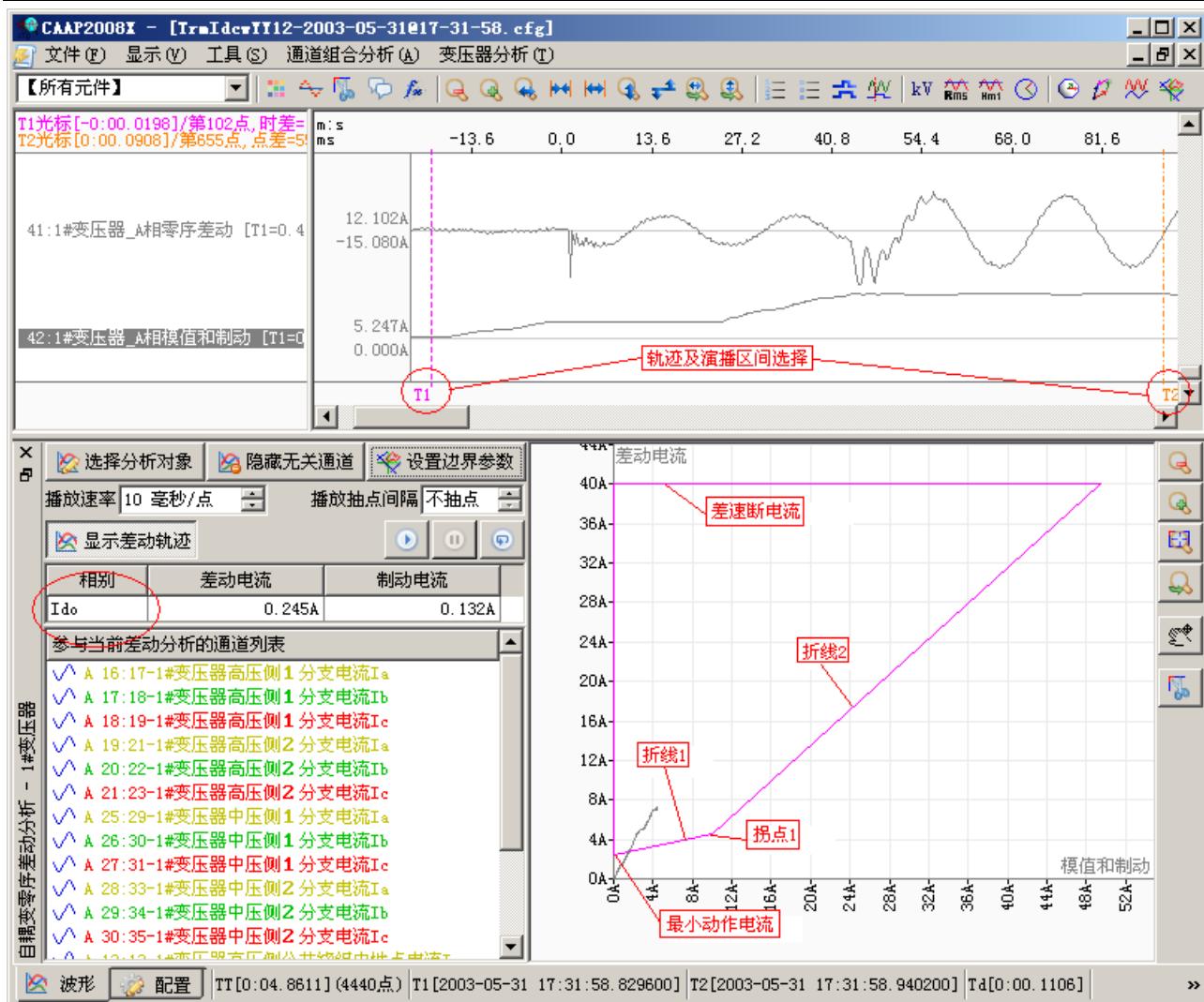
【】是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。

演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

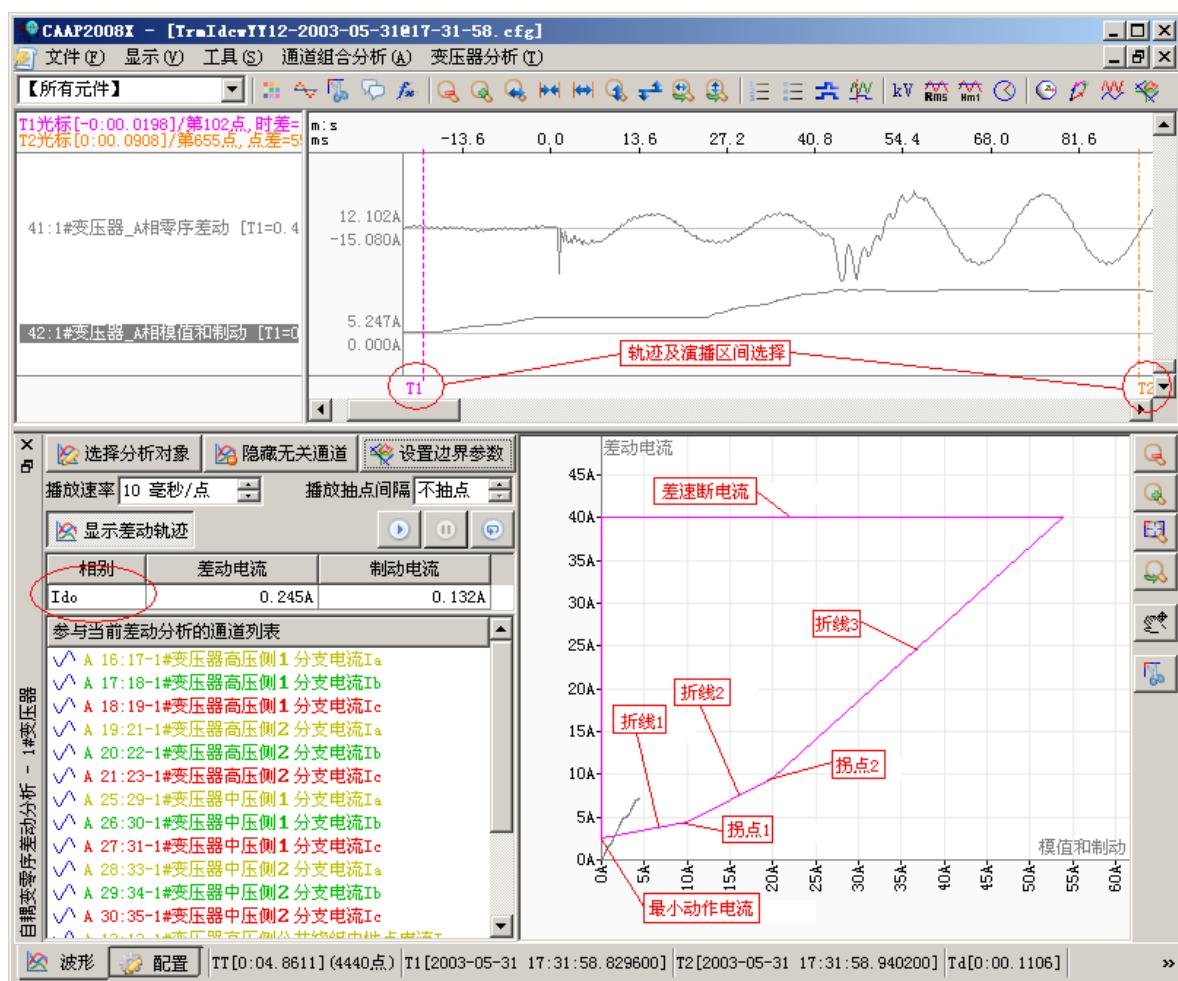
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的【】 / 【】图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。【】和【】是定比缩放控制按钮；【】是窗口区间框选缩放按钮；【】是缩放还原控制按钮；【】是拖移操作控制按钮；【】是图像剪辑控制按钮。



【图 6.2.5.3a】

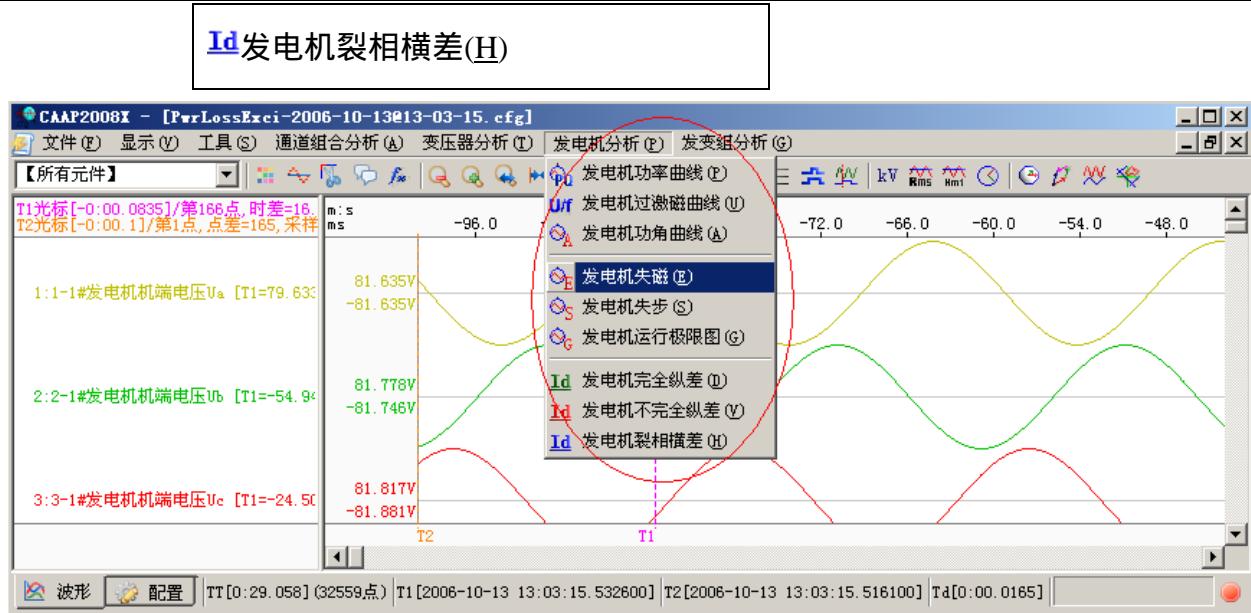


【图 6.2.5.3b】

6.3. 发电机分析

当配置了发电机的相关参数后，CAAP2008X 的主菜单会显示出『发电机分析(P)』菜单项，如【图 6.3】，该菜单包括：

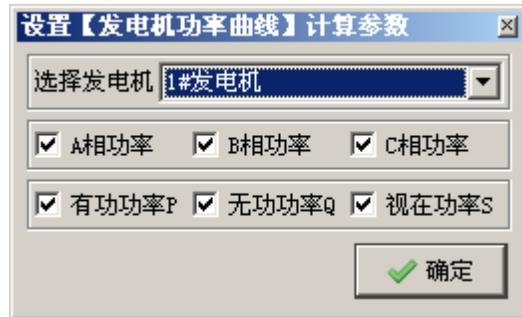




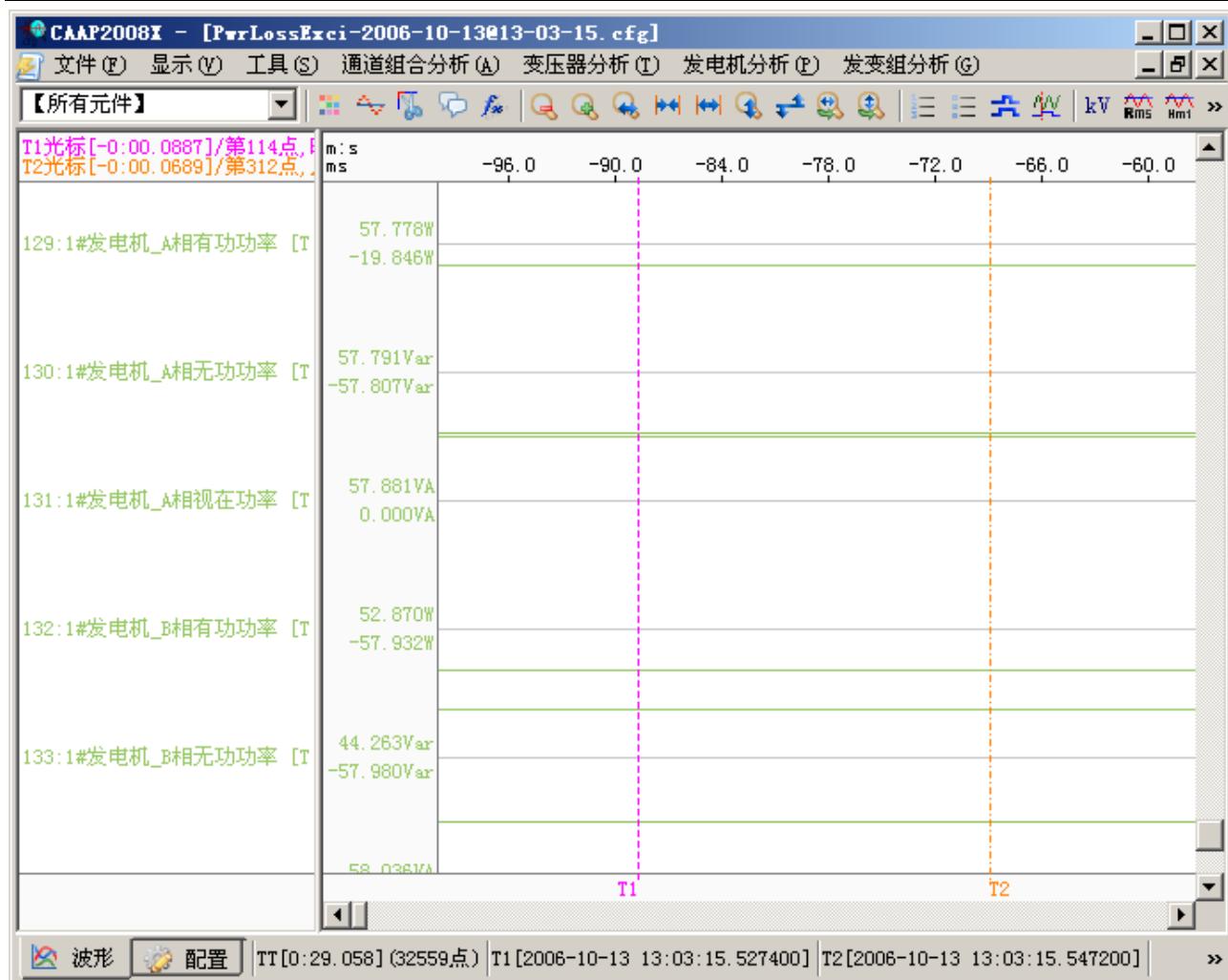
【图 6.3】

发电机功率曲线

选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机功率曲线(P)】菜单，弹出如【图 6.3.1.1】所示的发电机功率曲线计算参数设置对话框，选择发电机、功率相别和功率类型后点击【确定】按钮，CAAP2008X 将功率计算结果以虚通道形式显示在波形视图的最后，如【图 6.3.1.2】。



【图 6.3.1.1】

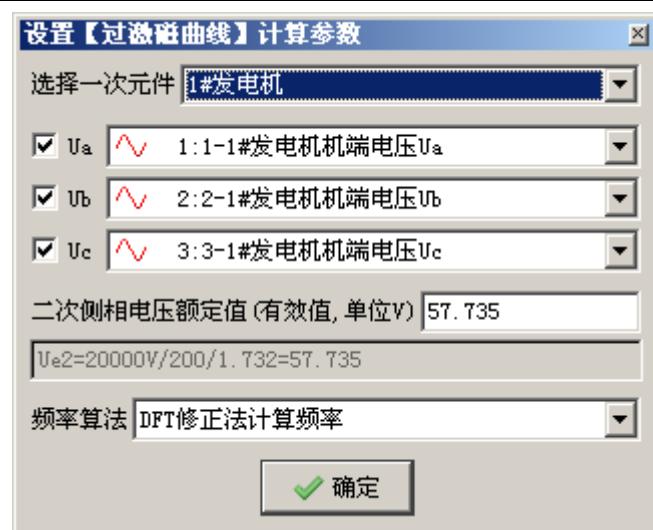


【图 6.3.1.2】

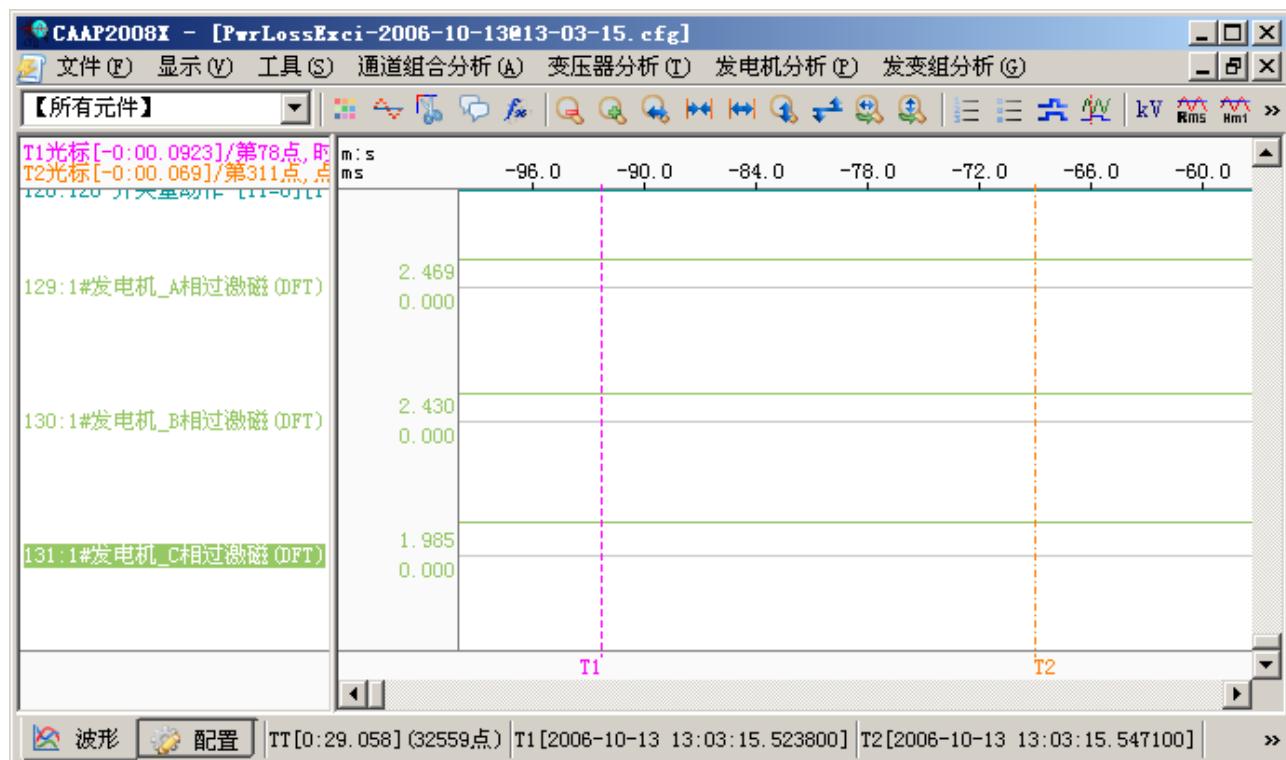
发电机过激磁曲线

选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机过激磁曲线(U)】菜单，弹出如【图 6.3.2.1】所示的发电机过激磁曲线计算参数设置对话框，选择“发电机”、各相“机端电压通道”及“频率算法”后点击【确定】按钮，CAAP2008X 将过激磁计算结果以虚通道形式显示在波形视图的最后，如【图 6.3.2.2】。

“频率算法”的可选参数有“DFT 插值修正法”、“零交越法”和指定频率通道。



【图 6.3.2.1】



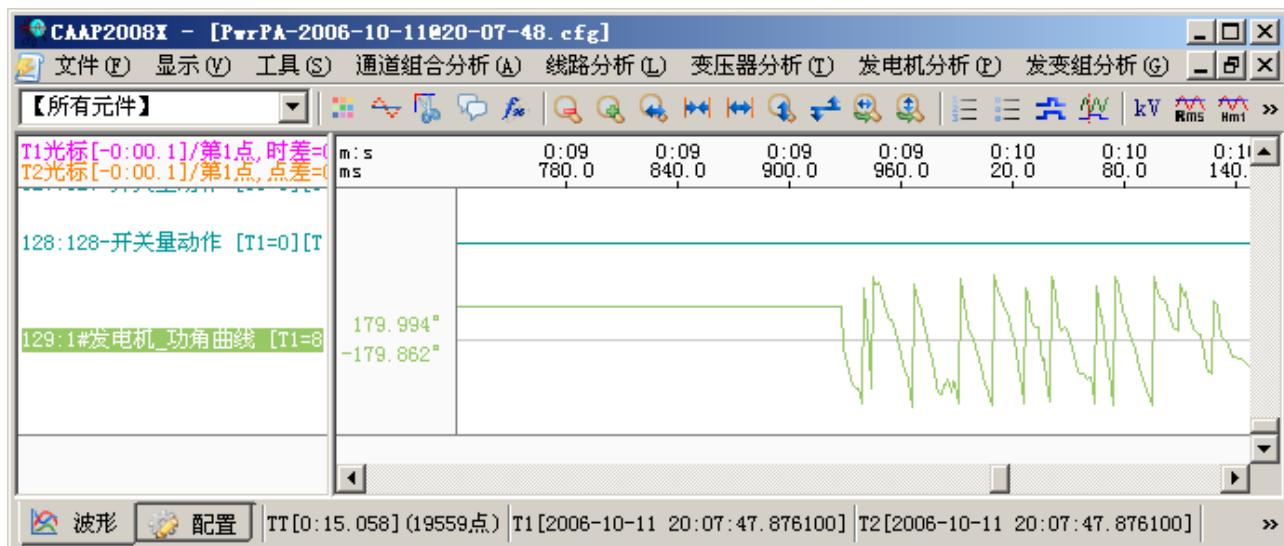
【图 6.3.2.2】

发电机功角曲线

选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机功角曲线(A)】菜单，弹出如【图 6.3.3.1】所示的发电机功角曲线计算参数设置对话框，选择“发电机”、各相“机端电压通道”和“机端电流通道”后点击【确定】按钮，CAAP2008X 将功角计算结果以虚通道形式显示在波形视图的最后，如【图 6.3.3.2】。



【图 6.3.3.1】



【图 6.3.3.2】

发电机失磁

失磁保护动作特性分析包括发“电机定子特性分析”和“发电机转子特性分析”。定子保护动作特性分析中，装置在阻抗平面上显示等有功阻抗圆、静稳边界圆、异步阻抗圆，并依据录波数据计算并显示机端测量阻抗运行轨迹，同时也支持用户定制的圆阻抗边界显示。在转子特性分析上，显示励磁电压和机端功率 $U_f - P$ 的关系曲线，并在平面上画出 $U_f - P$ 的运行轨迹。

显示的机端测量阻抗实虚部值，模值及相角，三相有功功率，可在一次值、二次值、标么值三种方式间相互切换。

CAAP2008X 具有动态故障演播功能，播放 T1 和 T2 两根光标间的数据及阻抗运行轨迹。两个播放点间的数据间隔点数可设定，播放数据的速度可调。

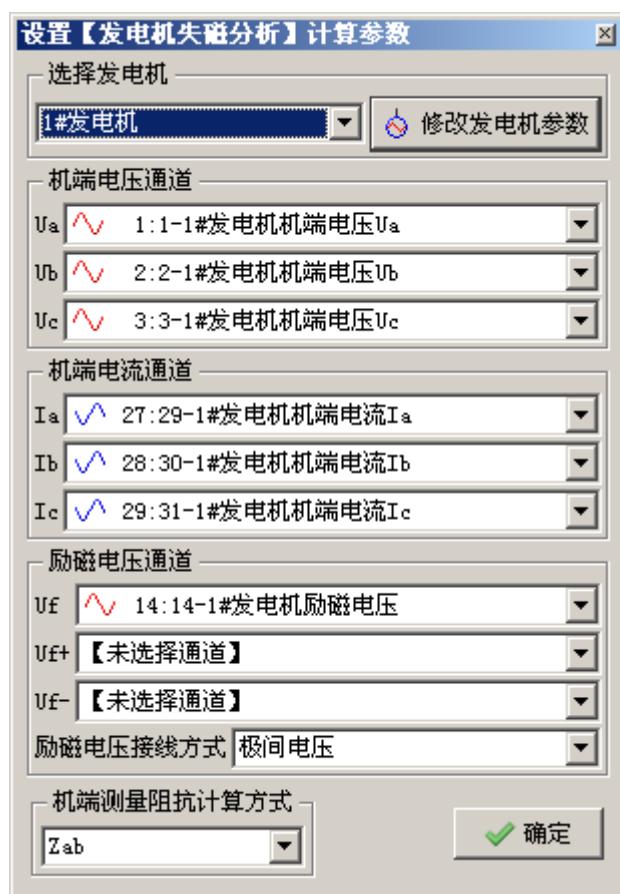
测量阻抗采用 $0^\circ(U_{ab}, I_{ab})$ 接线。

选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机失磁分析(E)】菜单，弹出失磁分析对象选择及参数设置对话框，如【图 6.3.4.1】，选择“发电机”并设置“机端电压通道”、“机端电流通道”、“励磁电压通道”及“机端阻抗计算方式”等分析参数后，进入发电

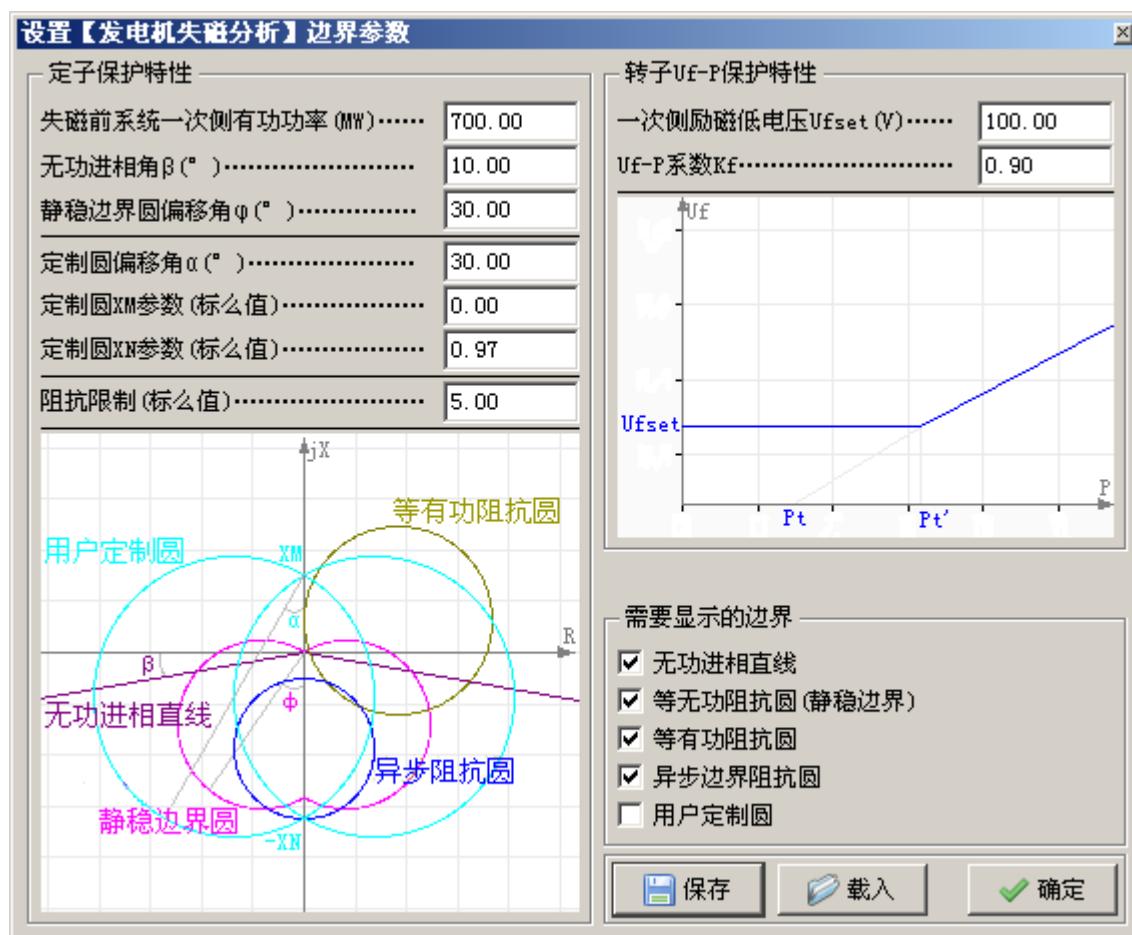
机失磁分析面板，如【图 6.3.4.1】。

机端测量阻抗的实虚部和机端测量功率的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到这些波形曲线，如【图 6.3.4.3】。

点击【图 6.3.4.3】上的【设置边界参数】按钮，弹出边界参数设置对话框，在这里设定需要的边界参数，如【图 6.3.4.2】。



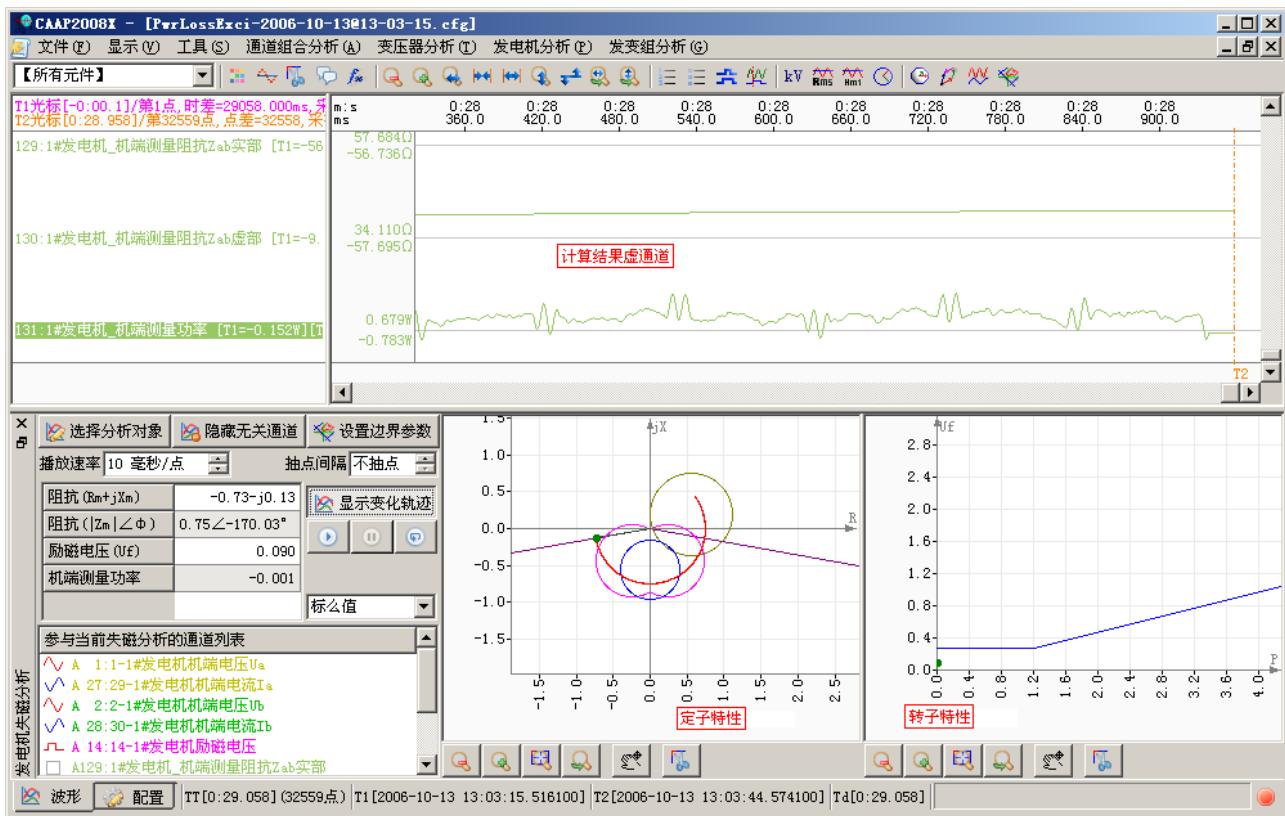
【图 6.3.4.1】



【图 6.3.4.2】

在【图 6.3.4.3】分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。播放过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。



【图 6.3.4.3】

发电机失步

CAAP2008X 可分析基于透镜圆特性的发电机失步动作特性，可显示两根光标间的机端测量阻抗轨迹，及振荡中心位于系统侧或发变组内的滑极次数。

CAAP2008X 具有动态故障演播功能，播放 T1 和 T2 两根光标间的数据及阻抗运行轨迹。两个播放点间的数据间隔点数可设定，播放数据的速度可调。

透镜圆倾角和透镜圆内角可通过自由整定，显示的阻抗值可在一次值、二次值与标么值间切换。

测量阻抗采用 $0^\circ(U_{ab}, I_{ab})$ 接线。

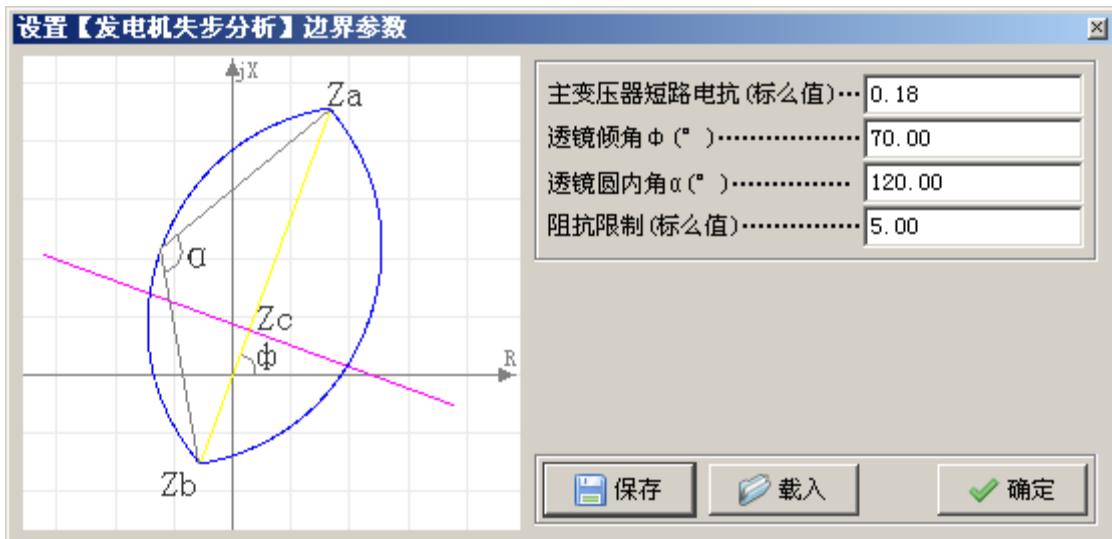
选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机失步分析(S)】菜单，弹出失磁分析对象选择及参数设置对话框，如【图 6.3.5.1】，选择“发电机”并设置“机端电压通道”、“机端电流通道”及“机端阻抗计算方式”等分析参数后，进入发电机失步分析面板，如【图 6.3.5.3】。

机端测量阻抗实虚部的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到这些波形曲线，如【图 6.3.5.3】。

点击【图 6.3.5.3】上的【设置边界参数】按钮，弹出边界参数设置对话框，在这里设定需要的边界参数，如【图 6.3.5.2】。



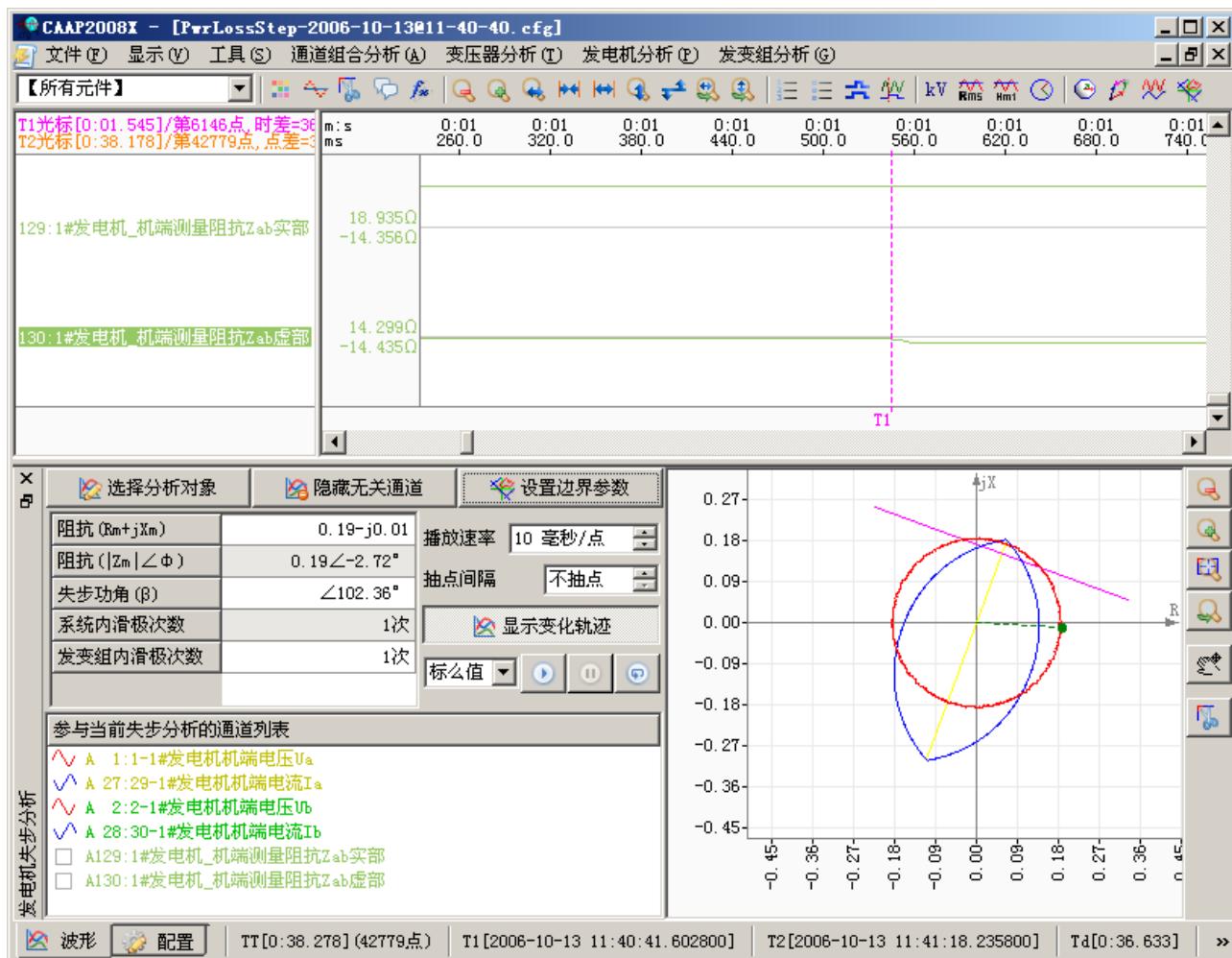
【图 6.3.5.1】



【图 6.3.5.2】

在【图 6.3.5.3】分析面板中，【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，
【】是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。
演播的轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。播放过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。



【图 6.3.5.3】

发电机运行极限图

CAAP2008X 可分析发电机运行极限特性(P-Q 关系图) ,可显示两根光标间的机端测量功率的 P-Q 关系轨迹。

CAAP2008X 具有动态故障演播功能 , 播放 T1 和 T2 两根光标间的数据及阻抗运行轨迹。两个播放点间的数据间隔点数可设定 , 播放数据的速度可调。

显示的功率值可在一次值、二次值与标么值间切换。

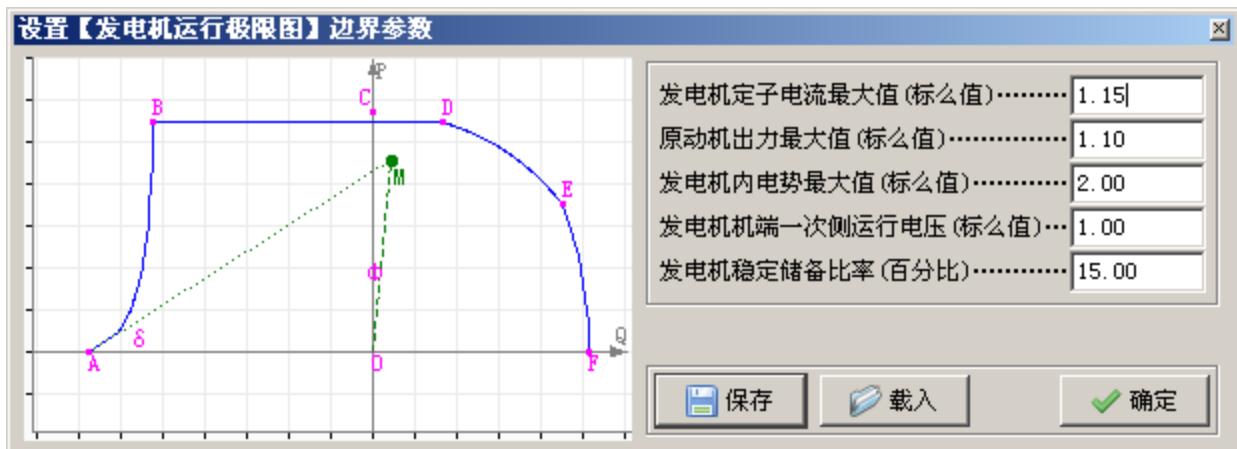
选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机运行极限图分析(G)】菜单 , 弹出发电机运行极限图分析对象选择及参数设置对话框 , 如【图 6.3.6.1】 , 选择“发电机”并设置“机端电压通道”、“机端电流通道”等分析参数后 , 进入发电机运行极限图分析面板 , 如【图 6.3.6.3】。

机端测量阻抗实虚部的计算结果以虚通道形式给出 , 在波形视图的最下边可看到这些波形曲线 , 如【图 6.3.6.3】 , “M”点是 T1 光标处的运行点。

点击【图 6.3.6.3】上的【设置边界参数】按钮 , 弹出边界参数设置对话框 , 在这里设定需要的边界参数 , 如【图 6.3.6.2】。

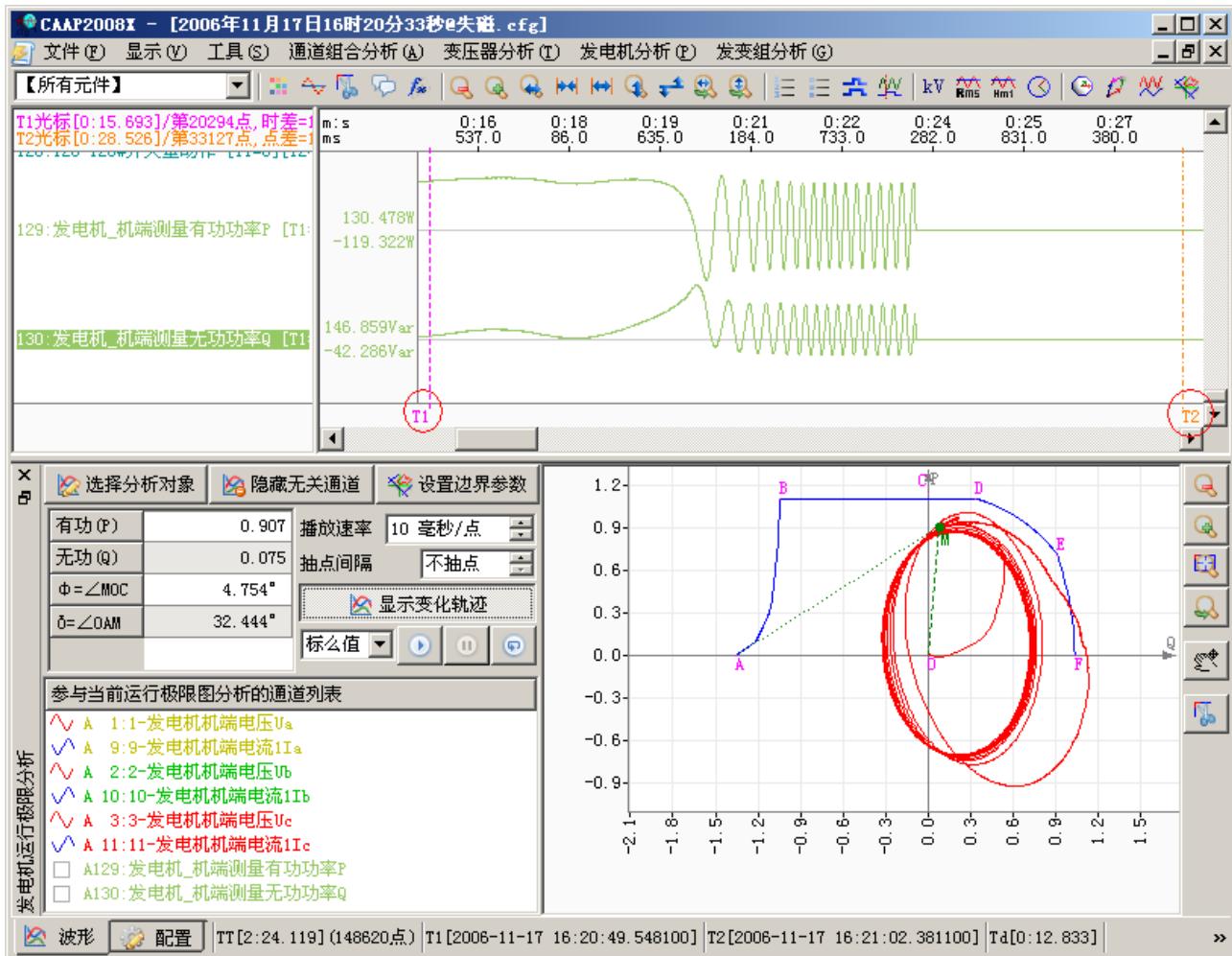


【图 6.3.6.1】



【图 6.3.6.2】

在【图 6.3.6.3】分析面板中，【】是开始播放控制按钮，【】是暂停控制按钮，
 【】是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。
 演播的轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。播放过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。
 用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。



【图 6.3.6.3】

发电机完全纵差

CAAP2008X 的发电机完全纵差分析最多可选择 4 个电流分支(机端电流、3 个中性点分支组分支)；可选择机端电流与各个中性点分支组计算差流，也可选择机端电流与中性点和电流计算差流；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

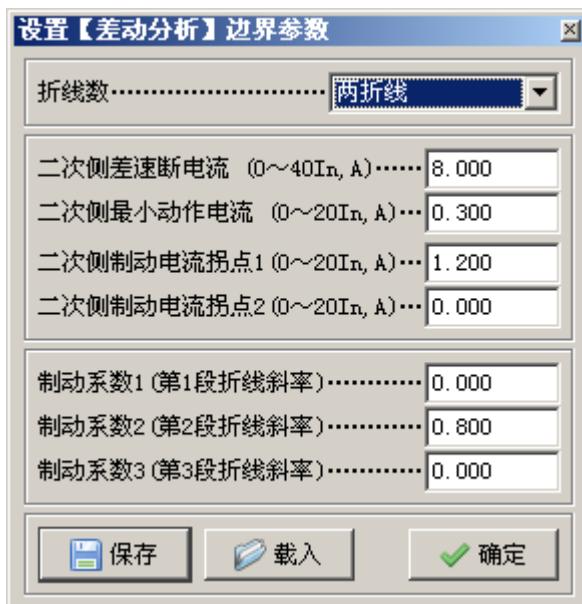
选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机完全纵差(D)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.3.7.1】，选择“发电机”和“制动方式”后，进入发电机完全纵差分析面板，如【图 6.3.7.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.3.7.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在发电机完全纵差分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.3.7.2】。



【图 6.3.7.1】



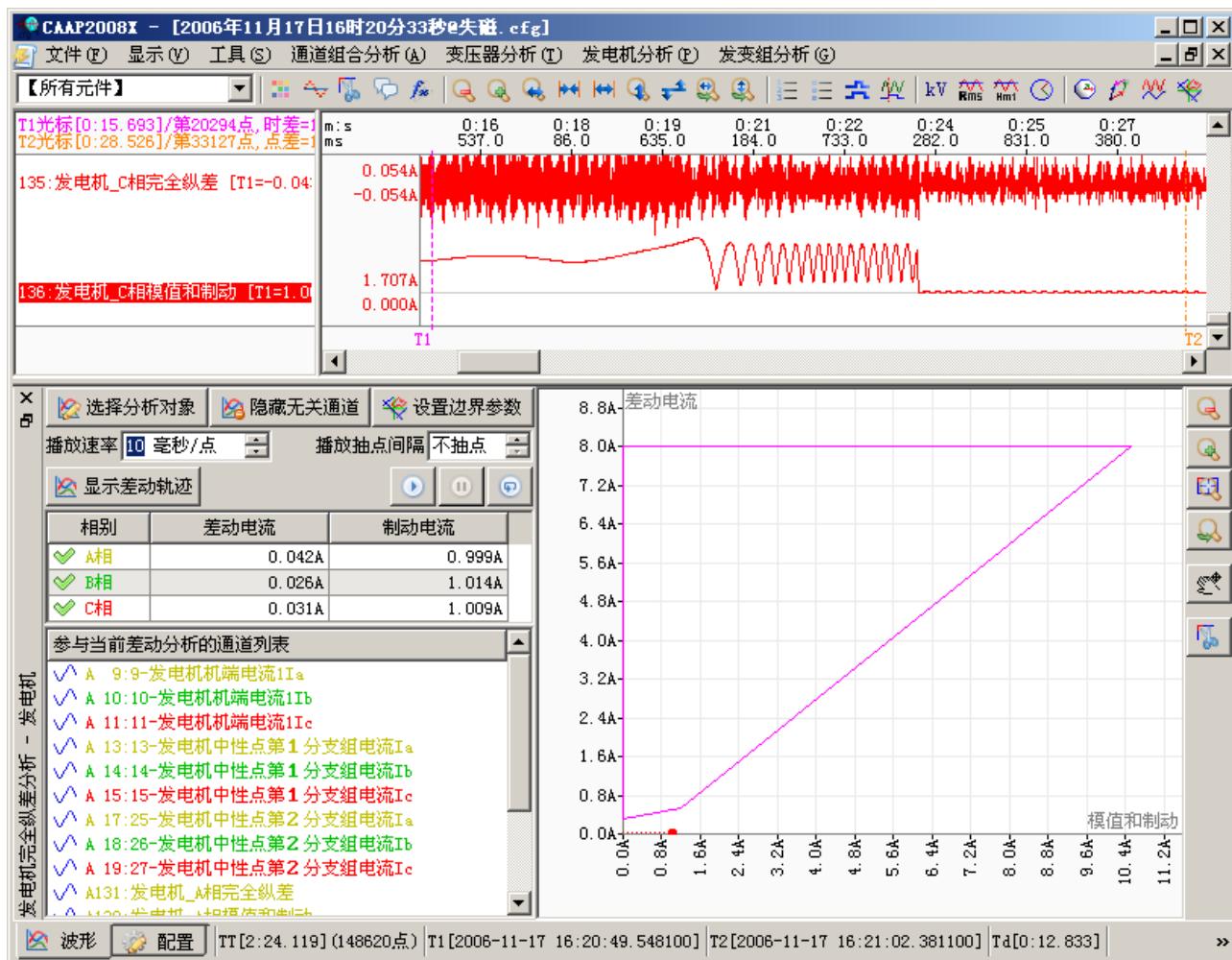
【图 6.3.7.2】

在【图 6.3.7.3】分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

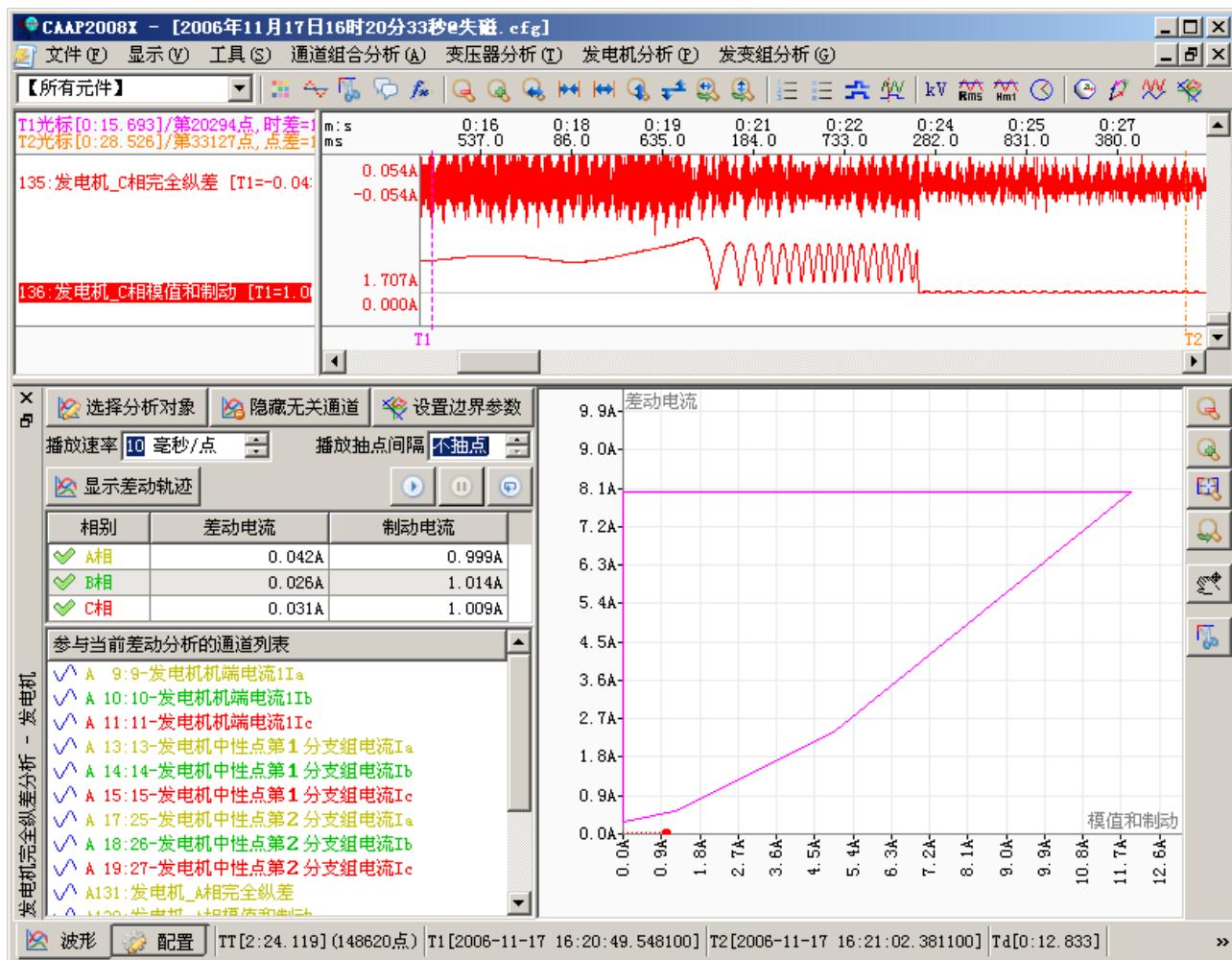
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的 / 图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。和是定比缩放控制按钮；是窗口区间框选缩放按钮；是缩放还原控制按钮；是拖移操作控制按钮；是图像剪辑控制按钮。



【图 6.3.7.3a】



【图 6.3.7.3b】

发电机不完全纵差

CAAP2008X 的发电机不完全纵差分析最多可选择 4 个电流分支（机端电流、3 个中性点分支组分支）；可设定与那个中性点分支组做差动分析；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

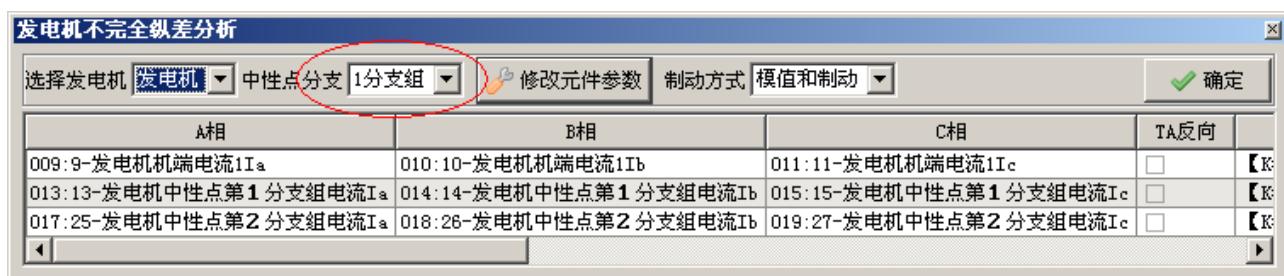
在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

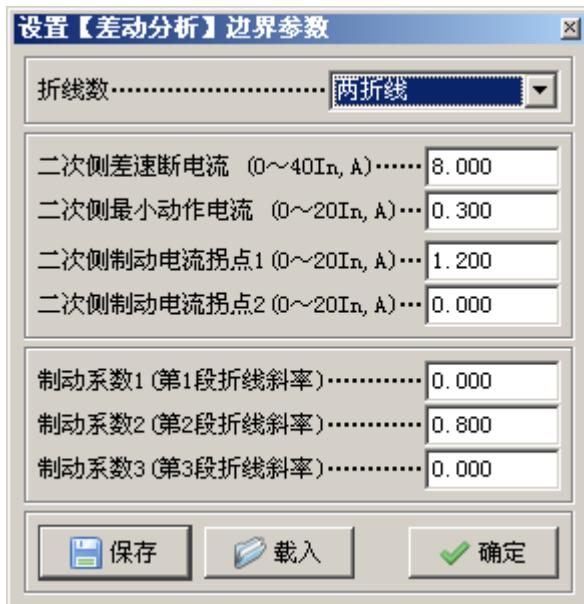
选择【图 6.3】中的【发电机分析(P) - 发电机不完全纵差(V)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.3.8.1】，选择“发电机”和“制动方式”后，进入发电机不完全纵差分析面板，如【图 6.3.8.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.3.8.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在发电机不完全纵差分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.3.8.2】。



【图 6.3.8.1】



【图 6.3.8.2】

在【图 6.3.8.3】分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，

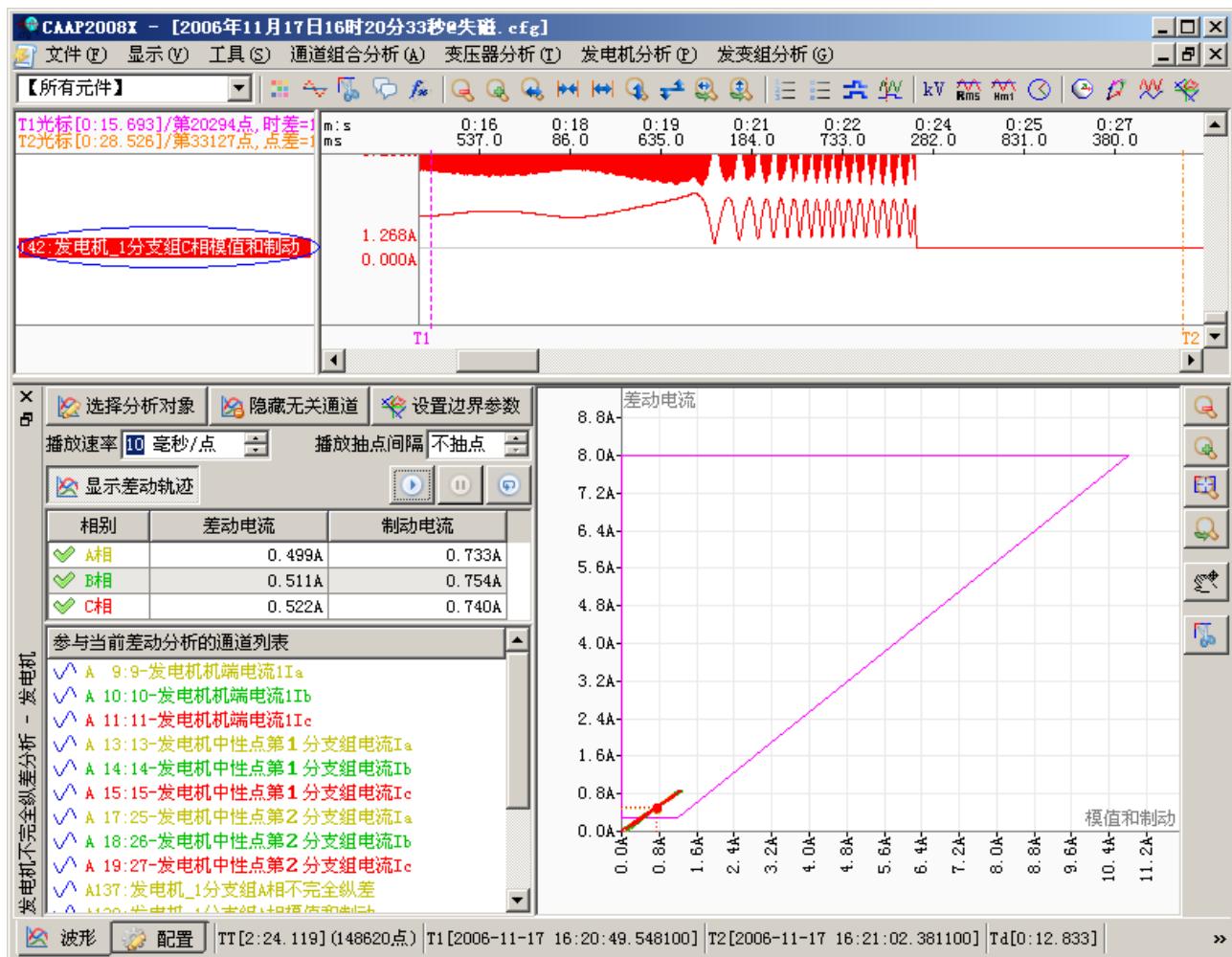
是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。

演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

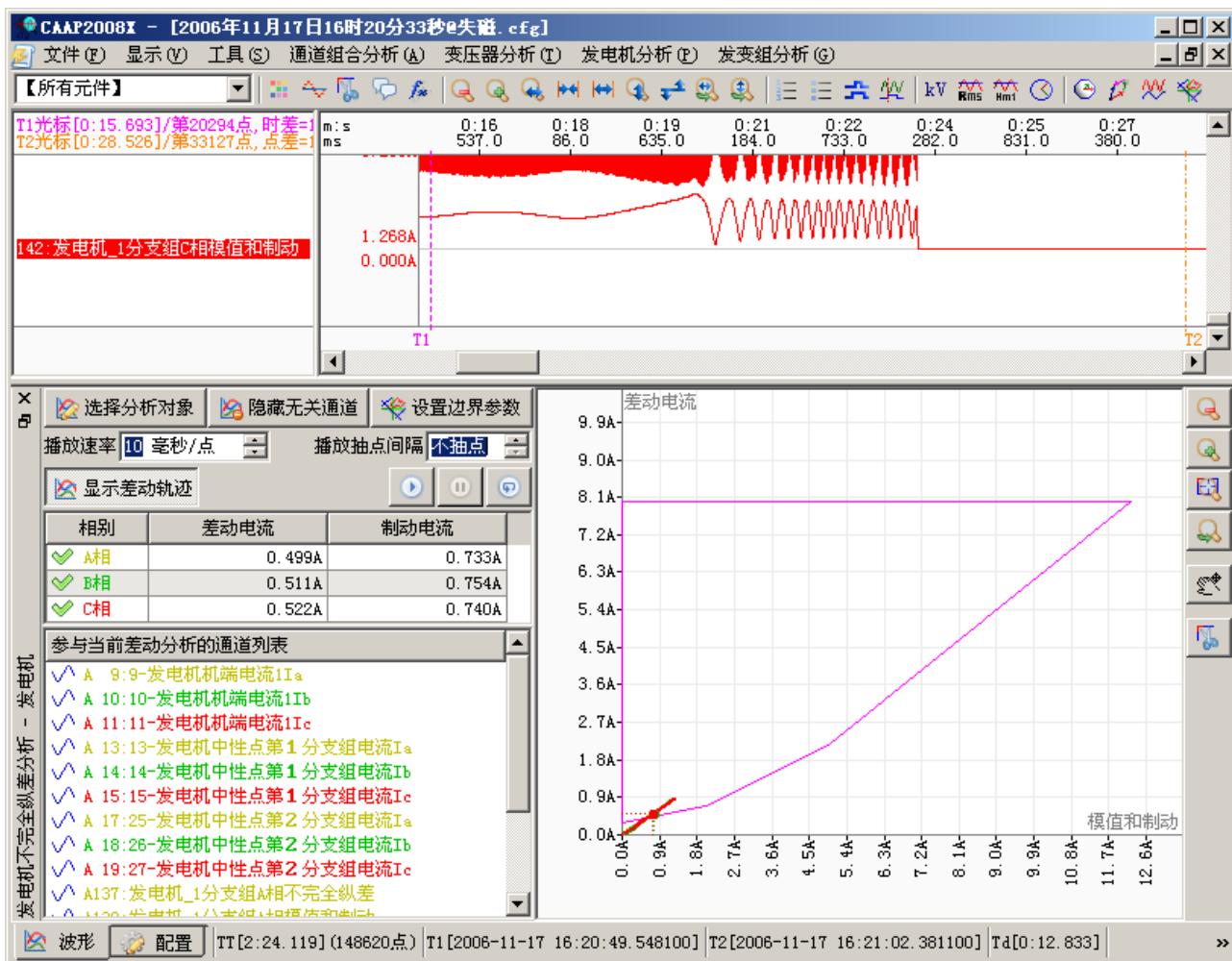
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的 / 图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。和是定比缩放控制按钮；是窗口区间框选缩放按钮；是缩放还原控制按钮；是拖移操作控制按钮；是图像剪辑控制按钮。



【图 6.3.8.3a】



【图 6.3.8.3b】

发电机裂相横差

CAAP2008X 的发电机裂相分析最多可选择 4 个电流分支(机端电流、3 个中性点分支组分支)；可设定哪两个中性点分支组做差动分析；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

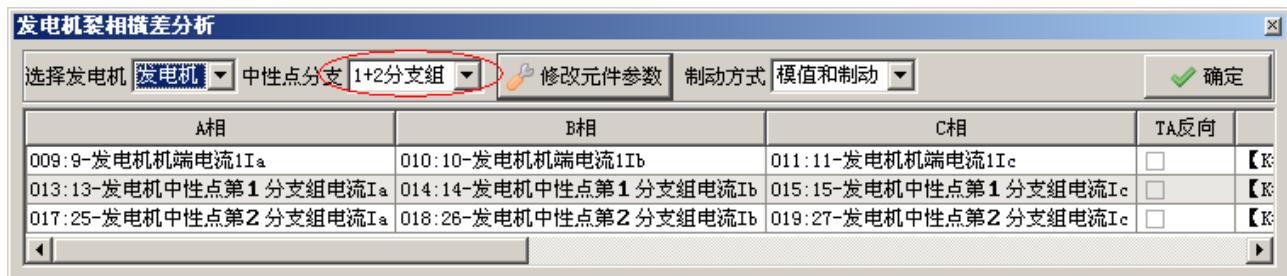
在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

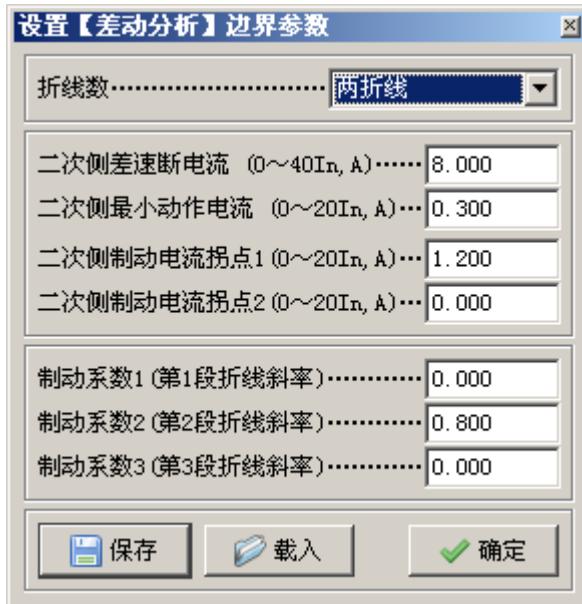
选择【图 6.3】中的【发电机分析(P)-发电机裂相横差(H)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.3.9.1】，选择“发电机”和“制动方式”后，进入发电机裂相横差分析面板，如【图 6.3.9.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.3.9.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在发电机裂相横差纵差分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.3.9.2】。



【图 6.3.9.1】



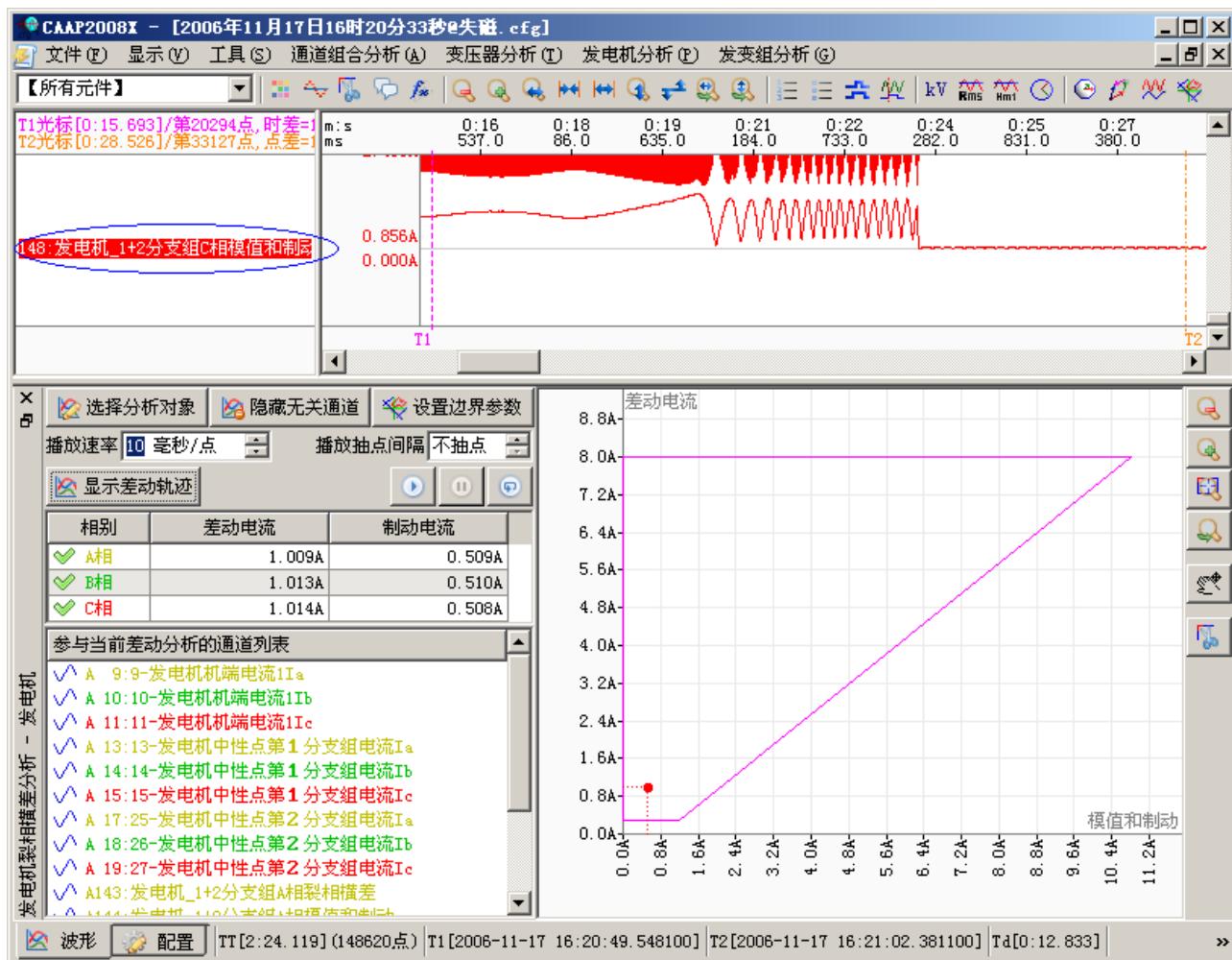
【图 6.3.9.2】

在【图 6.3.9.3】分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

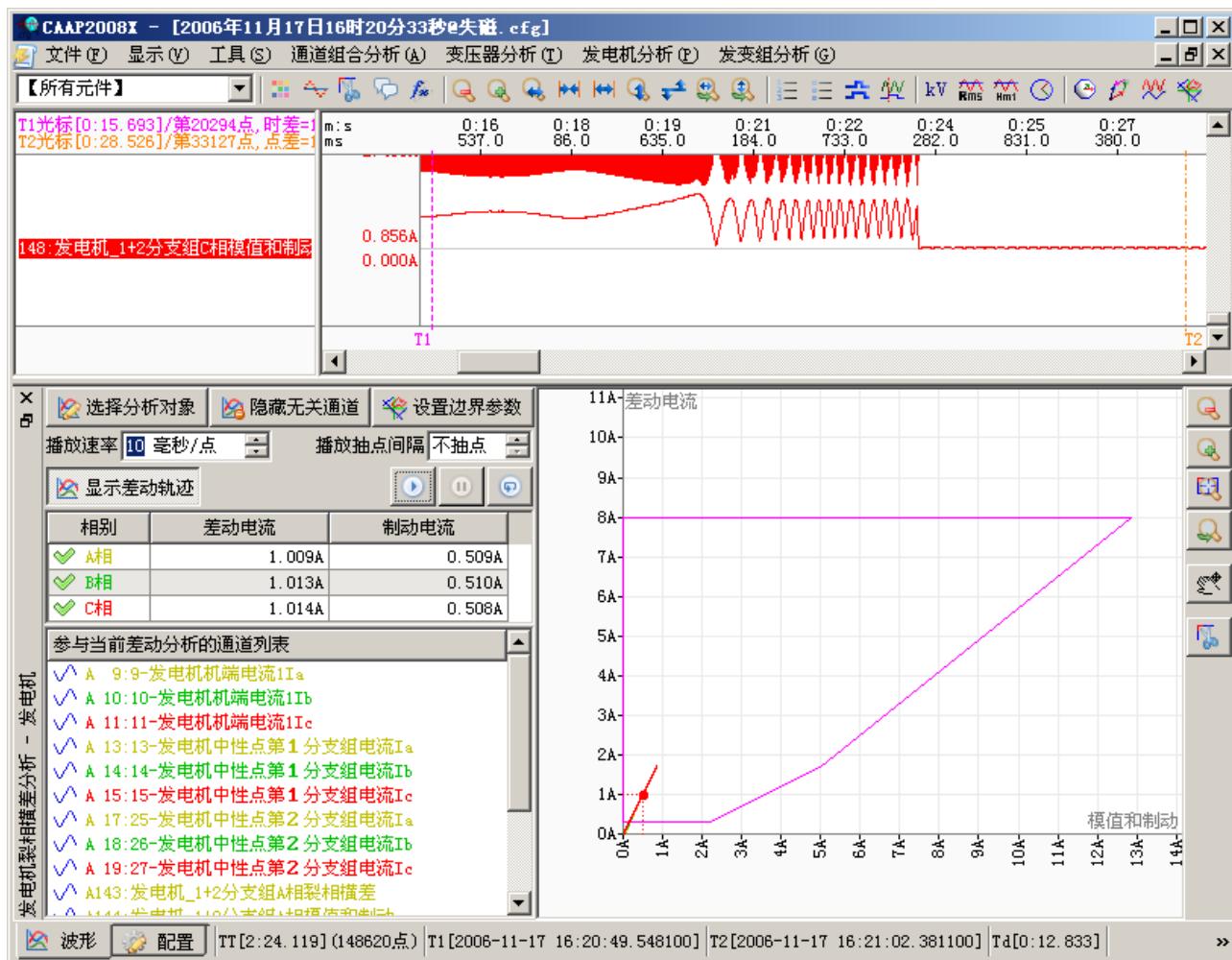
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的 / 图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。和是定比缩放控制按钮；是窗口区间框选缩放按钮；是缩放还原控制按钮；是拖移操作控制按钮；是图像剪辑控制按钮。



【图 6.3.9.3a】

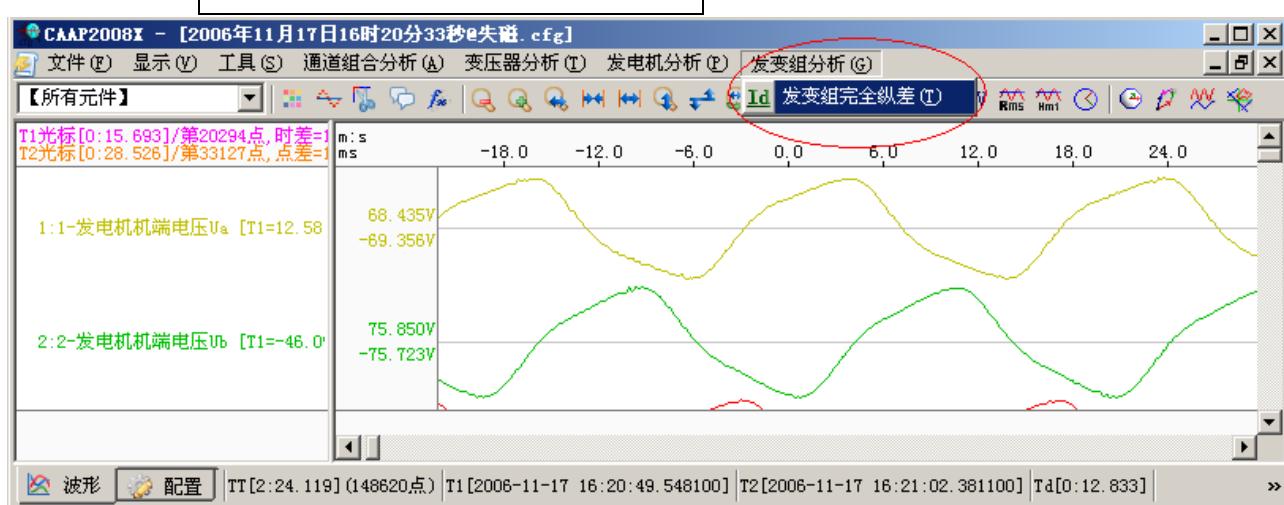


【图 6.3.9.3b】

6.4. 发变组分析

当同时配置了发电机和变压器的相关参数后，CAAP2008X 的主菜单会显示出『发变组分析(G)』菜单项，如【图 6.4】，该菜单包括：

Id发变组完全纵差(I)



【图 6.4】

发变组完全纵差

CAAP2008X 的发变组完全纵差分析最多可选择 9 个电流分支（变压器高压侧 2 分支、变压器中压侧 2 分支、变压器低压侧 2 分支、3 个发电机中性点分支组分支）；支持“模值和制动”、“最大值制动”、“和差制动”和“标积制动”等制动方式；支持两折线和三折线两种形式的差动边界。

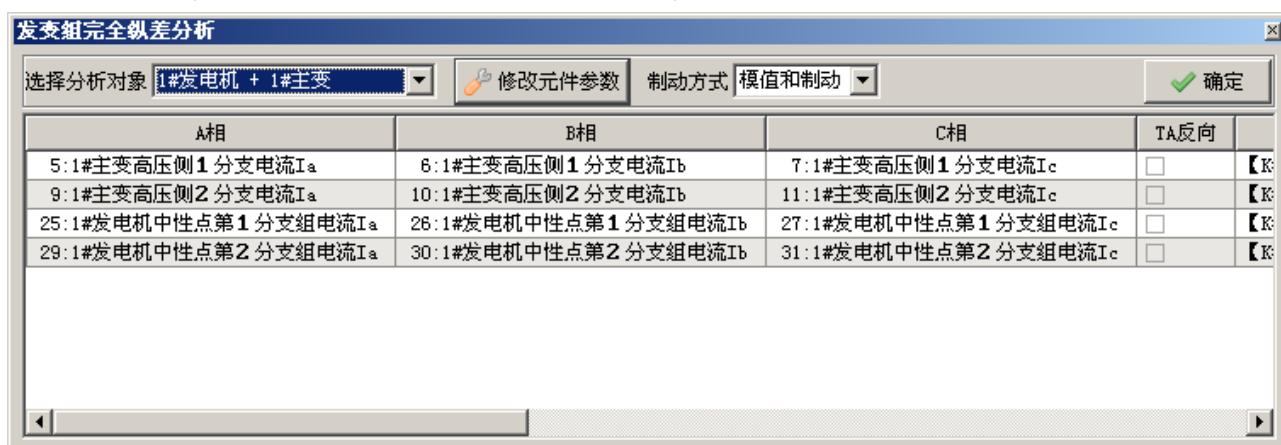
在差动分析面板中可观测“差动电流”与“制动电流”的变化关系及变化过程轨迹；用户可以定制两折线和三折线的差动边界，并且可以保存和载入边界参数；差动平面可以无极自由缩放。

在差动分析面板中支持故障过程演播，可动态观测差动轨迹穿越差动边界的过程。

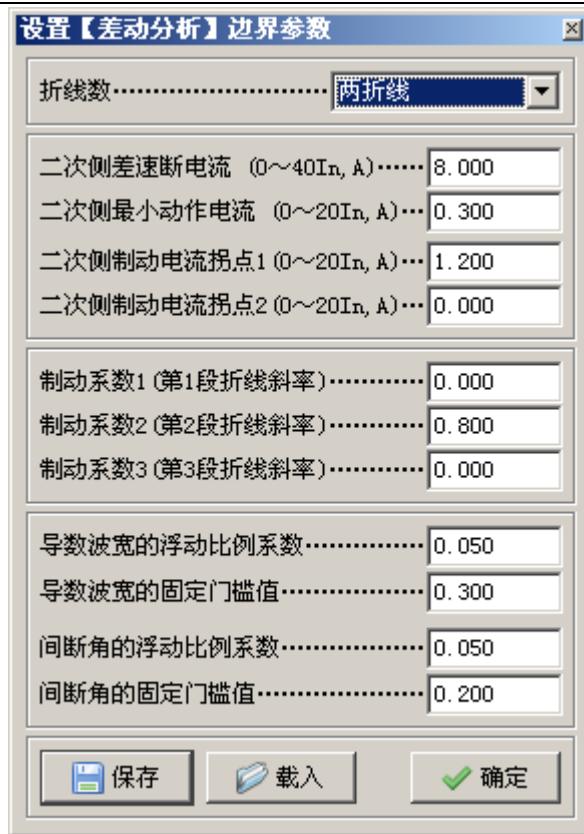
选择【图 6.4】中的【发变组分析(G) - 发变组完全纵差(D)】菜单，弹出差动分析对象及制动方式选择对话框，如【图 6.4.1.1】，选择好发变组和制动方式后，进入发变组完全纵差分析面板，如【图 6.4.1.3a】是两折线差动边界形式，【图 6.4.1.3b】是三折线差动边界形式。

差动电流和制动电流的计算结果以虚通道形式给出，在波形视图的最下边可看到各相差动电流和制动电流的波形曲线。

点击在发变组完全纵差分析面板上的【设置边界参数】按钮，弹出差动边界参数设置对话框，在这里设定需要的差动边界参数，如【图 6.4.1.2】。



【图 6.4.1.1】



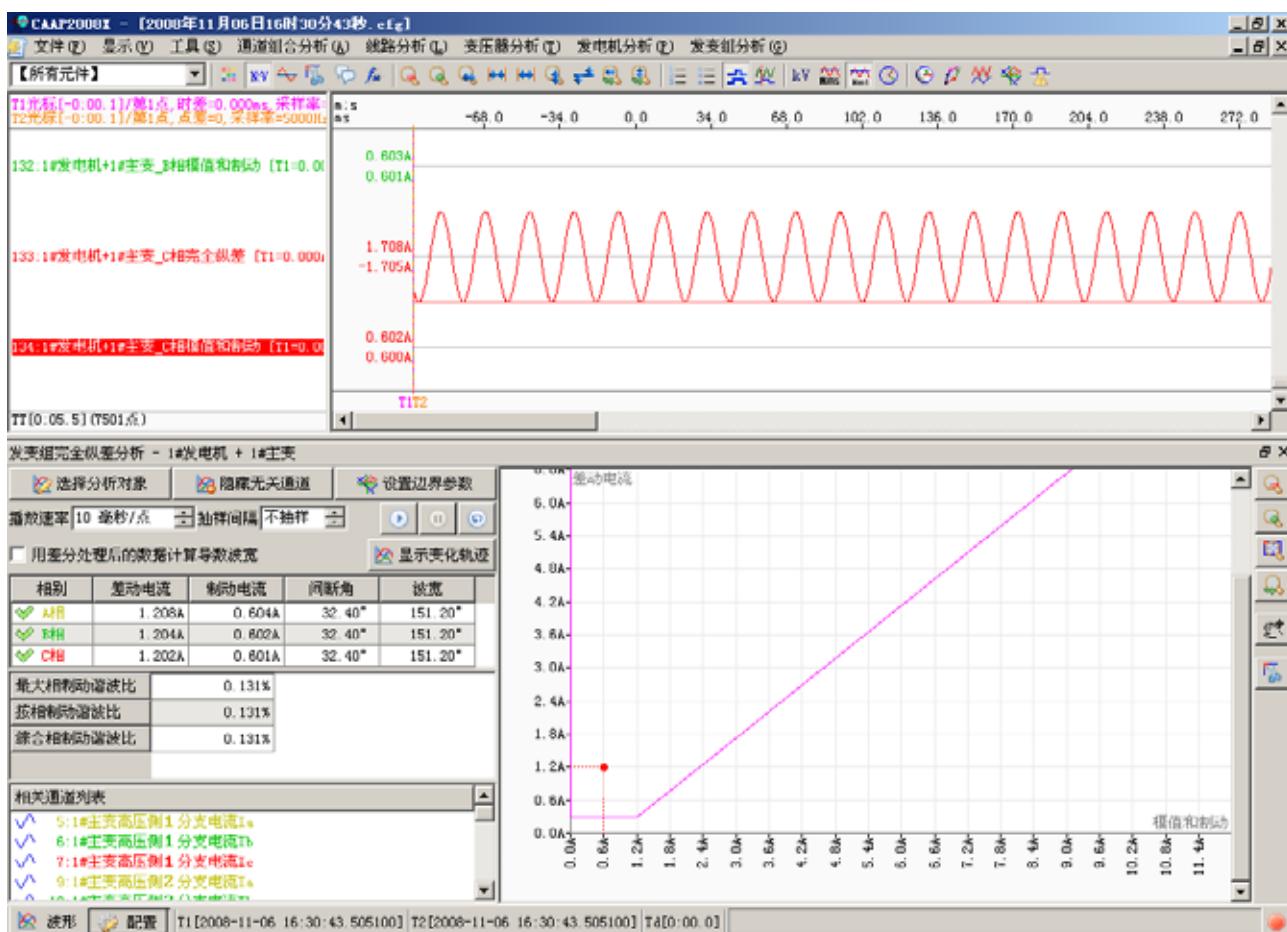
【图 6.4.1.2】

在【图 6.4.1.3】分析面板中，是开始播放控制按钮，是暂停控制按钮，是重播控制按钮。可以通过整定“播放速率”和“抽点间隔”来调整演播速度。演播的差动轨迹区间是由 T1 和 T2 光标选定的。播放过程中系统自动移动 T1 光标来指示播放进程。演播过程中也可以手动定位 T1 光标来指定播放进程。

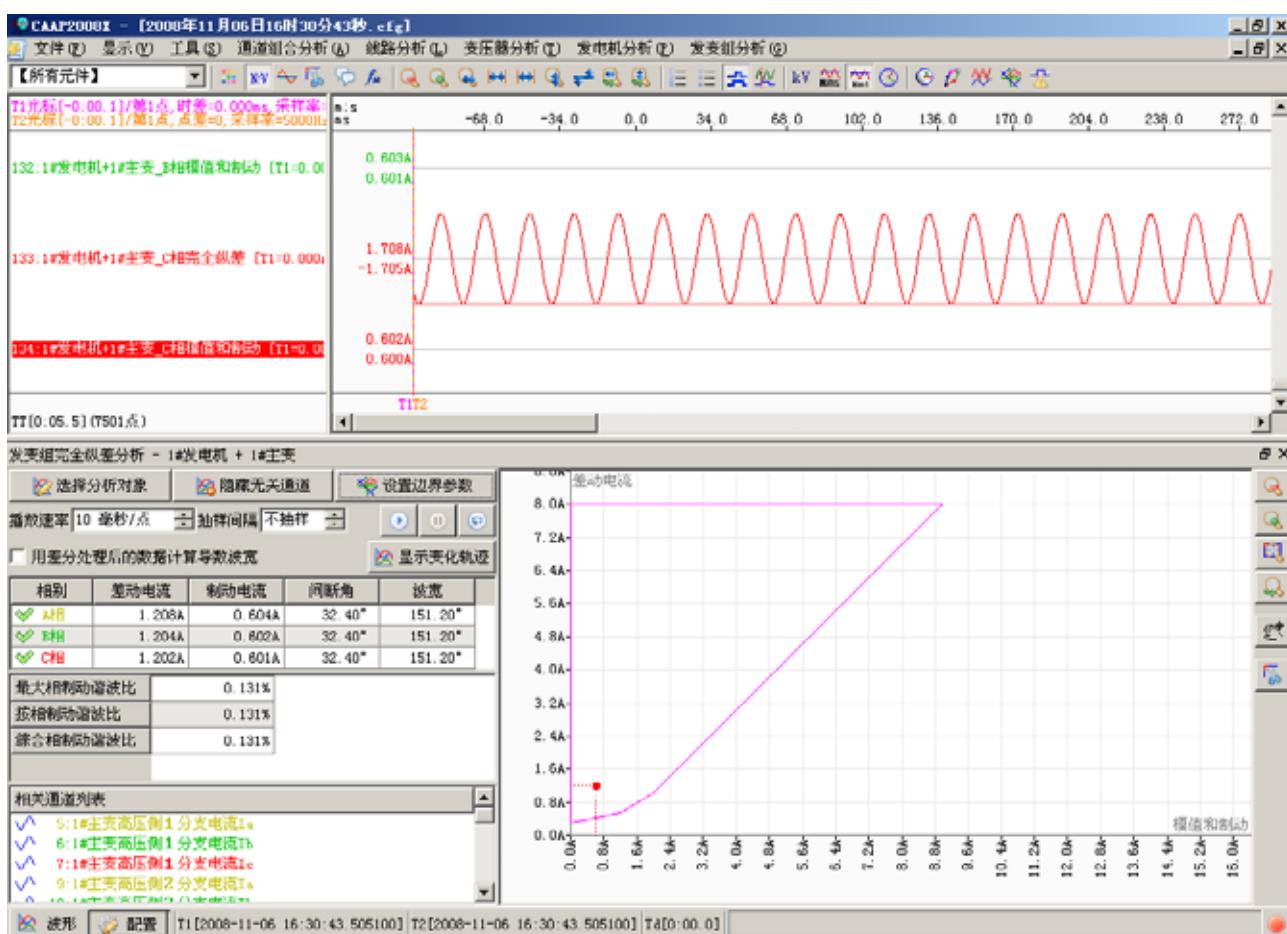
用鼠标左键点击面板左侧中部的差动值列表中的第一列的 / 图标，可以隐藏/显示指定的差动相别。

用鼠标左键双击面板左侧下部的通道列表，可以在波形视图中快速定位到该通道。

在差动视图右侧的按钮是控制差动平面的。和是定比缩放控制按钮；是窗口区间框选缩放按钮；是缩放还原控制按钮；是拖移操作控制按钮；是图像剪辑控制按钮。



【图 6.4.3.3a】

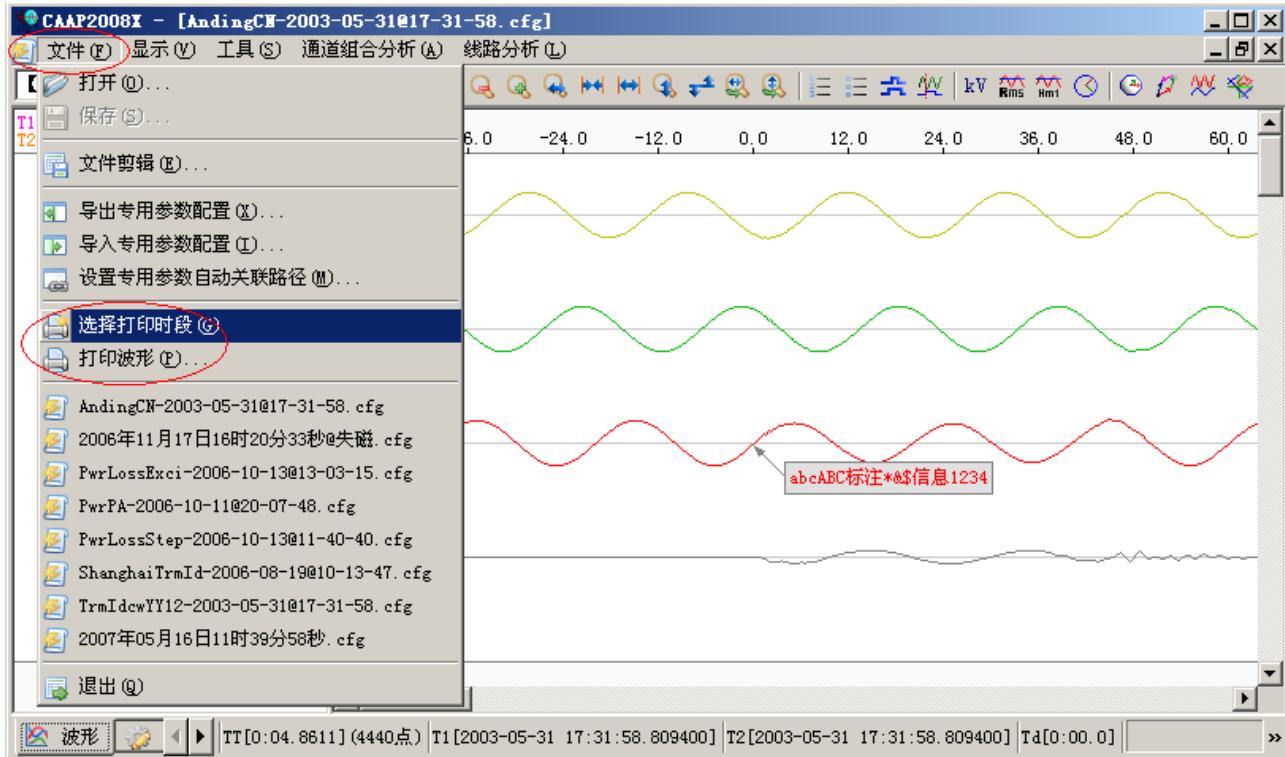


【图 6.4.3.3b】

7. 打印波形

CAAP2008X 提供了方便灵活的波形打印输出功能，如可自由选择任意个波形时段、自由选择任意个通道、多种时间轴缩放模式（压缩在指定页数内、自定义缩放比例、与显示一致的缩放比例等）、纵向展开、自适应通道高度等。

【图 7.1】是打印相关的控制菜单。



【图 7.1】

7.1. 打印操作步骤

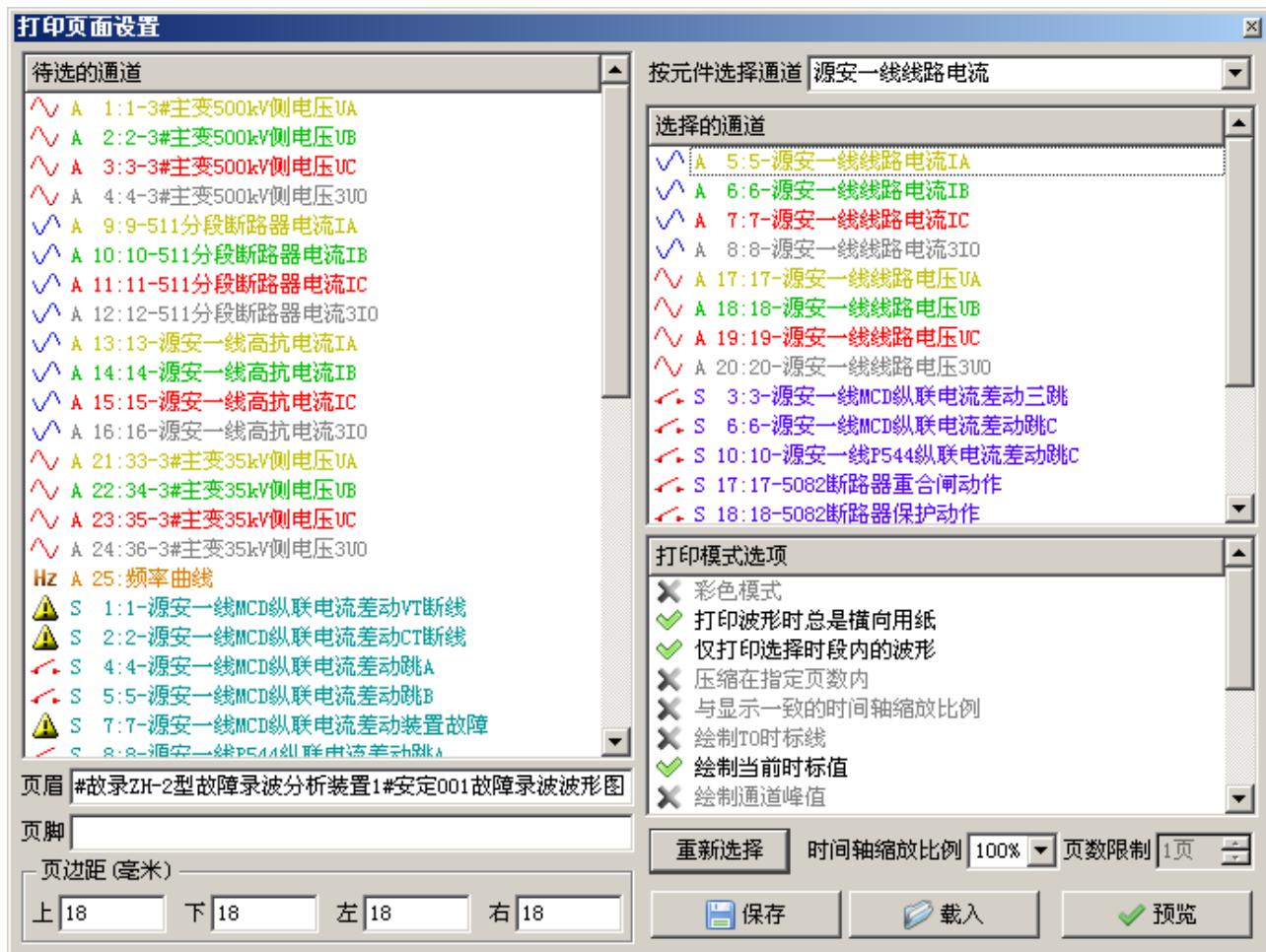
CAAP2008X 的打印操作步骤是：选择【图 7.1】中的【文件(F) - 打印波形(P)】菜单，弹出【图 7.1.1】所示打印设置对话框，在该对话框中选定需要打印输出的通道、设置页边距、设置打印输出效果以及缩放参数，然后点击【确定】按钮，进入到如【图 7.1.2】的打印效果预览画面，预览画面的显示效果与打印纸上的输出效果是一致的，如果看到的效果不满意，可以点击【设置】按钮重新回到【图 7.1.1】画面中修正打印参数，如果所选效果满足要求可点击【打印】按钮将波形输出到打印机中。

在【图 7.1.1】中可以随意挑选通道，双击画面左边的【待选的通道】列表中的条目，即可将该通道搬到右边的【选取的通道】列表中；双击右边【选取的通道】列表中的条目，可以将该通道移回左边的【待选的通道】列表中；选择【按元件选择通道】下拉列表可快速选出所有与指定元件相关的通道。

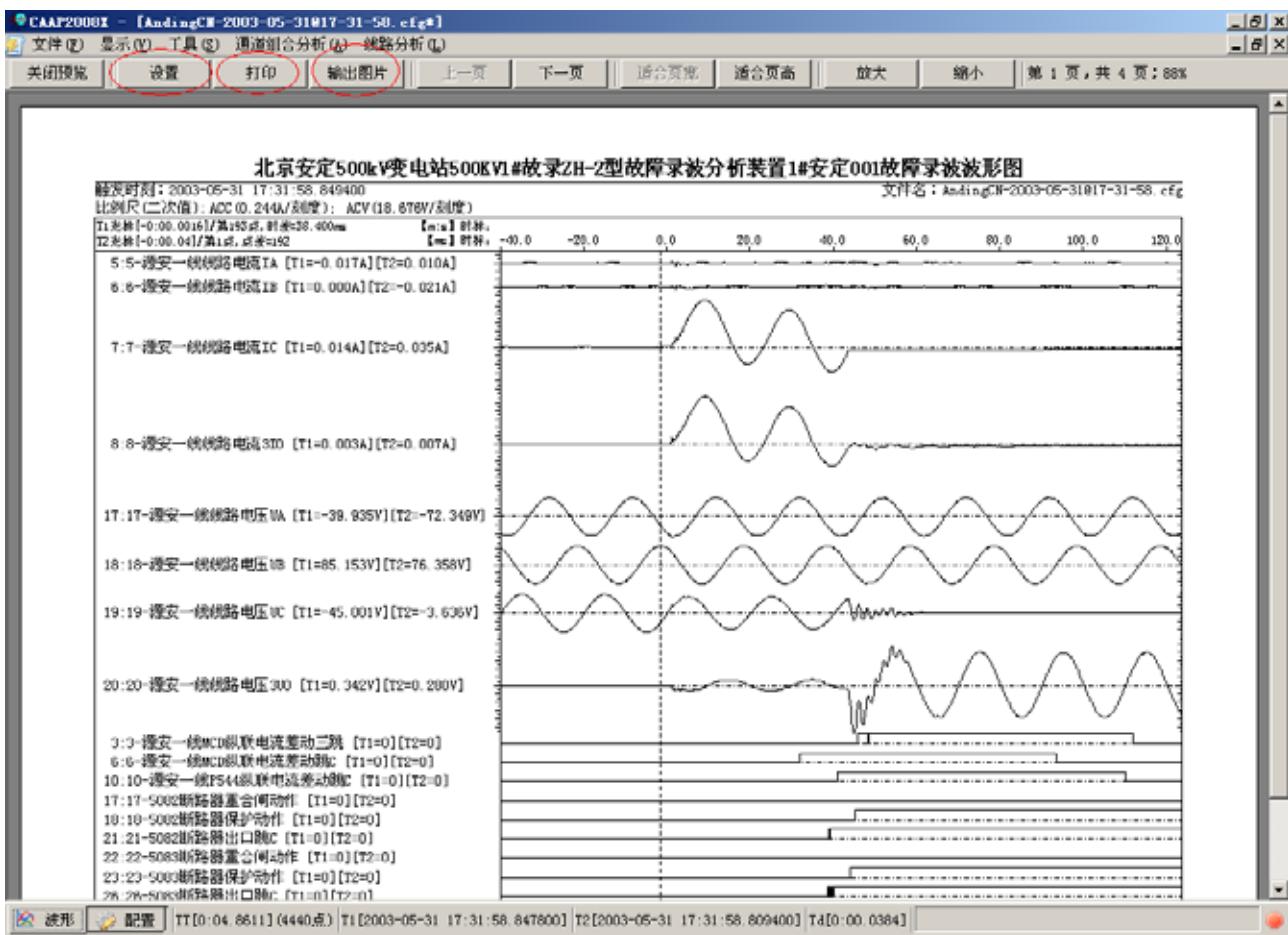
在【图 7.1.1】中右下的列表是打印模式选项，可选择设定多种打印效果。用鼠标左键点击指定的条目可设定/取消相应的模式，【】图标表示该模式有效，【】图标表示该模式无效；可选择的打印模式有： 彩色模式、 打印波形时总是横向用纸、 仅打印选择时段内的波形、 压缩在指定页数内、 与显示一致的时间轴缩放比例、 绘制 T0 时标线、 绘制当前时标值、 绘制通道峰值、 仅首页绘制通道名、 与显示一致的模拟量通道共轴打印、 自动适应通道高度、 幅值方向展开波形、 仅打印有变位的开关量、 打印可见标签、 不打印通道编号等。

在【图 7.1.2】的预览画面中可以缩放观察和翻页。

在预览画面中可将打印的画面输出到图片文件 (.png 格式)。



【图 7.1.1】



【7.1.2】

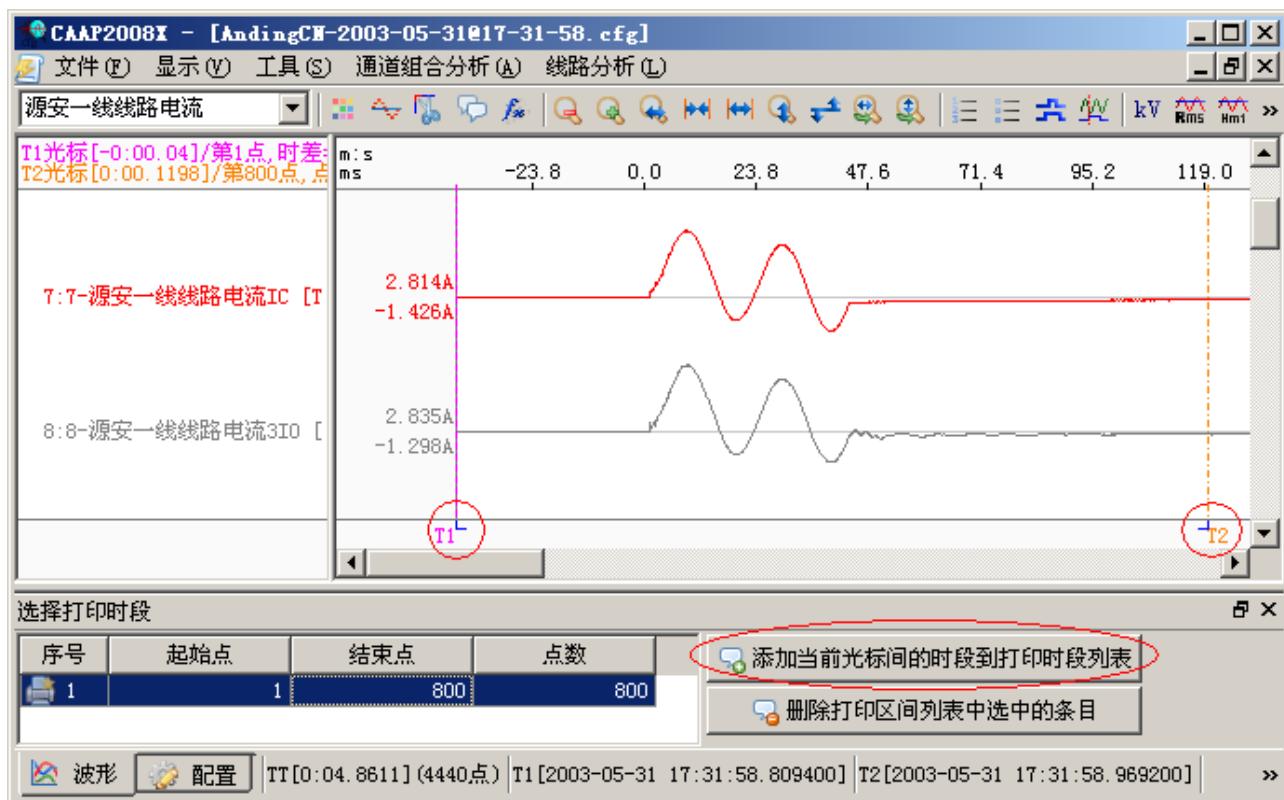
7.2. 选择打印时段

选择打印时段

当仅需要打印波形的某些时段时，请选择【图 7.1】中的【文件(F) - 选择打印时段(G)】菜单，进入如【图 7.2.1.1】所示的【选择打印时段】面板。

在波形视图中用 T1 和 T2 光标限定波形的一个时段，然后点击【添加当前光标间的时段到打印时段列表】按钮，这个时段就被加入到打印时段列表中了；重复上述操作可添加任意多个时段。添加时段时，CAAP2008X 自动处理交集和并集。

在波形视图中，选定的打印时段用【】和【】标记。



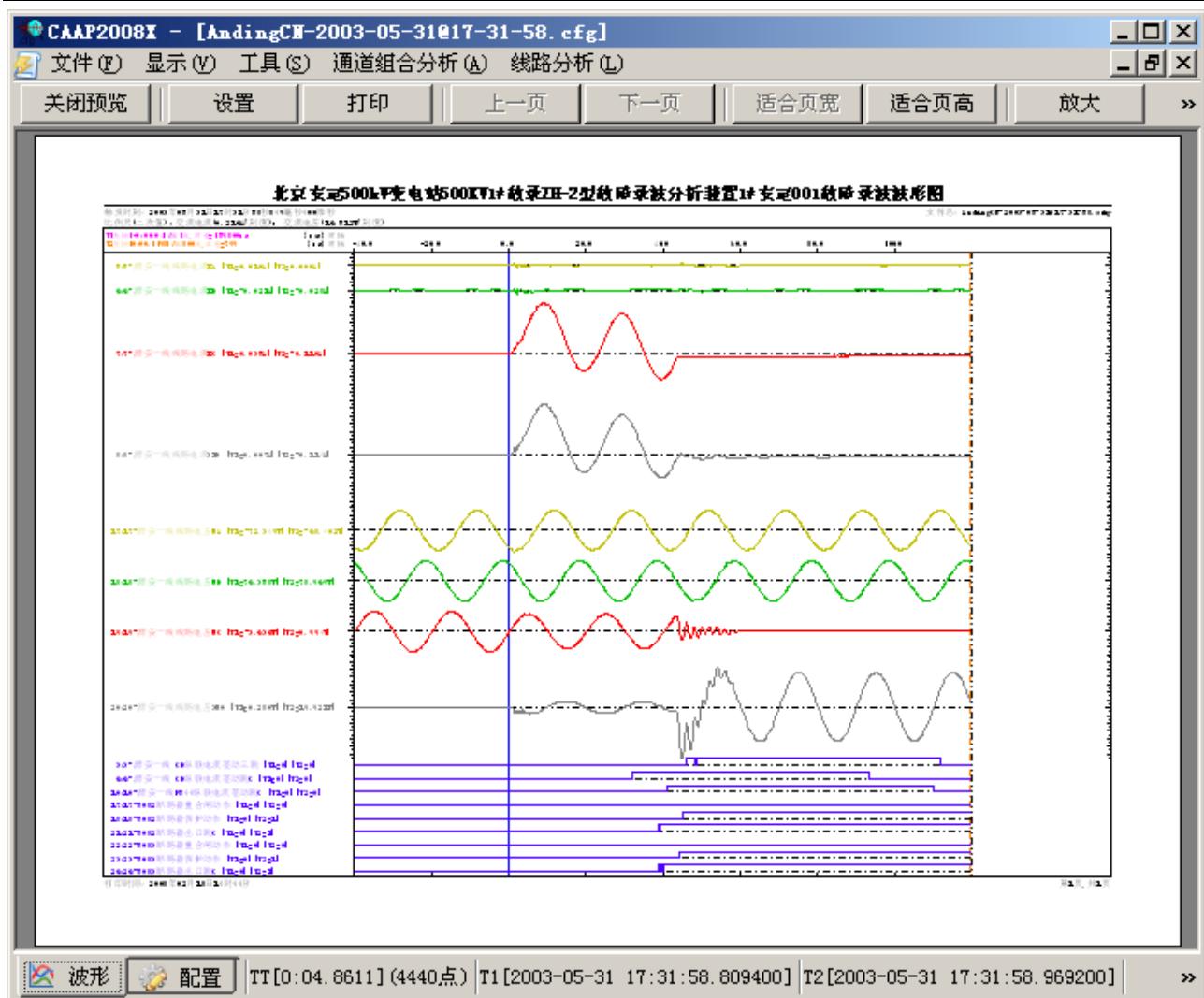
【图 7.2.1.1】

7.3. 各种打印模式的效果

彩色模式

选择该模式后，输出的波形按当前通道的颜色绘制；使用彩色打印机时可指定该模式，如【图 7.3.1】；当不选择该模式时，输出的波形是黑白的。

CAAP2008X 默认不选择该模式。

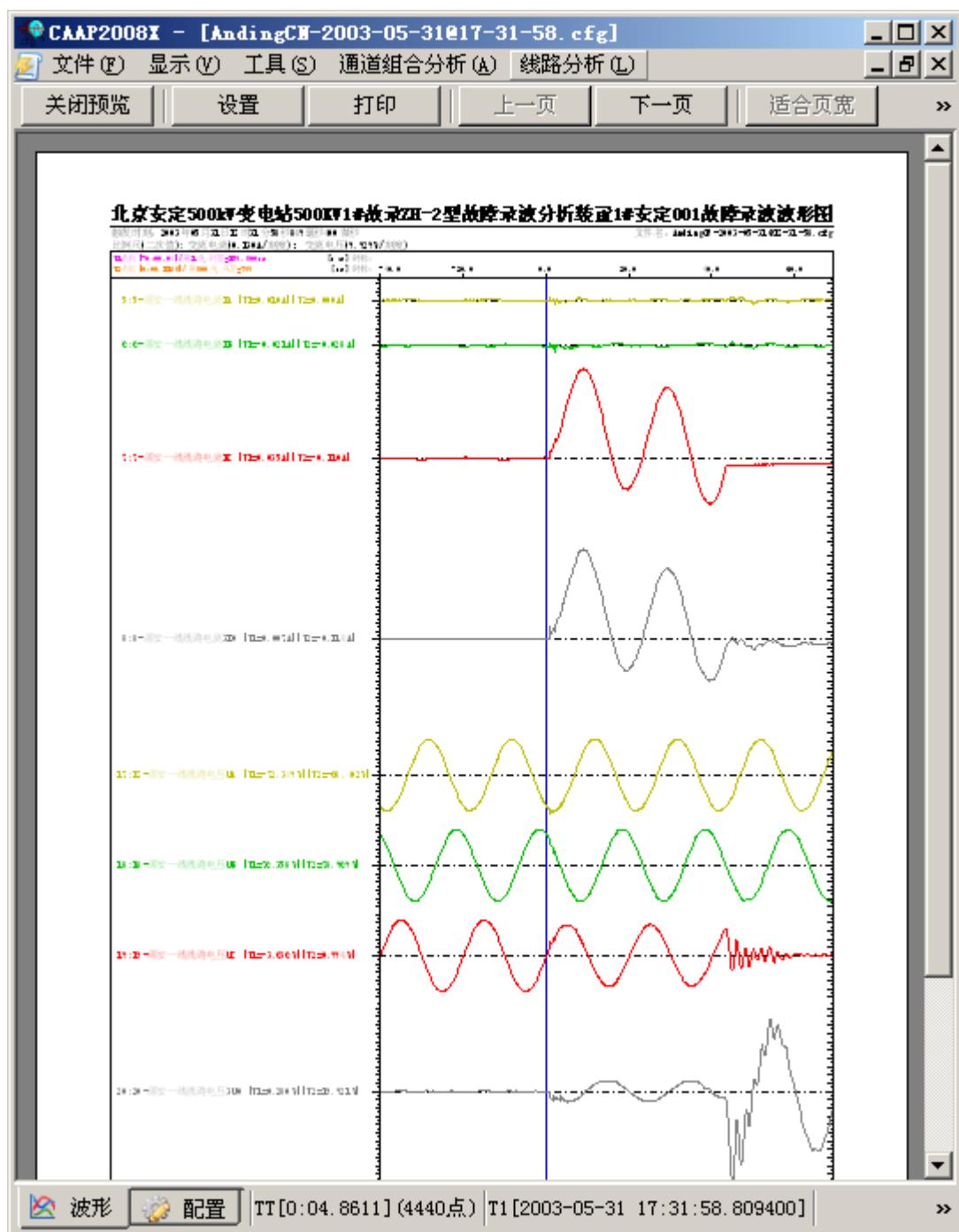


【图 7.3.1】

打印波形时总是横向用纸

当选择该模式时，CAAP2008X 自动将打印纸按横向方式走纸，如【图 7.3.1】；当不选择该模式时，CAAP2008X 使用操作系统中当前设置的走纸方向输出波形，常常是纵向方式，如【图 7.3.2】。

CAAP2008X 默认选择该模式。

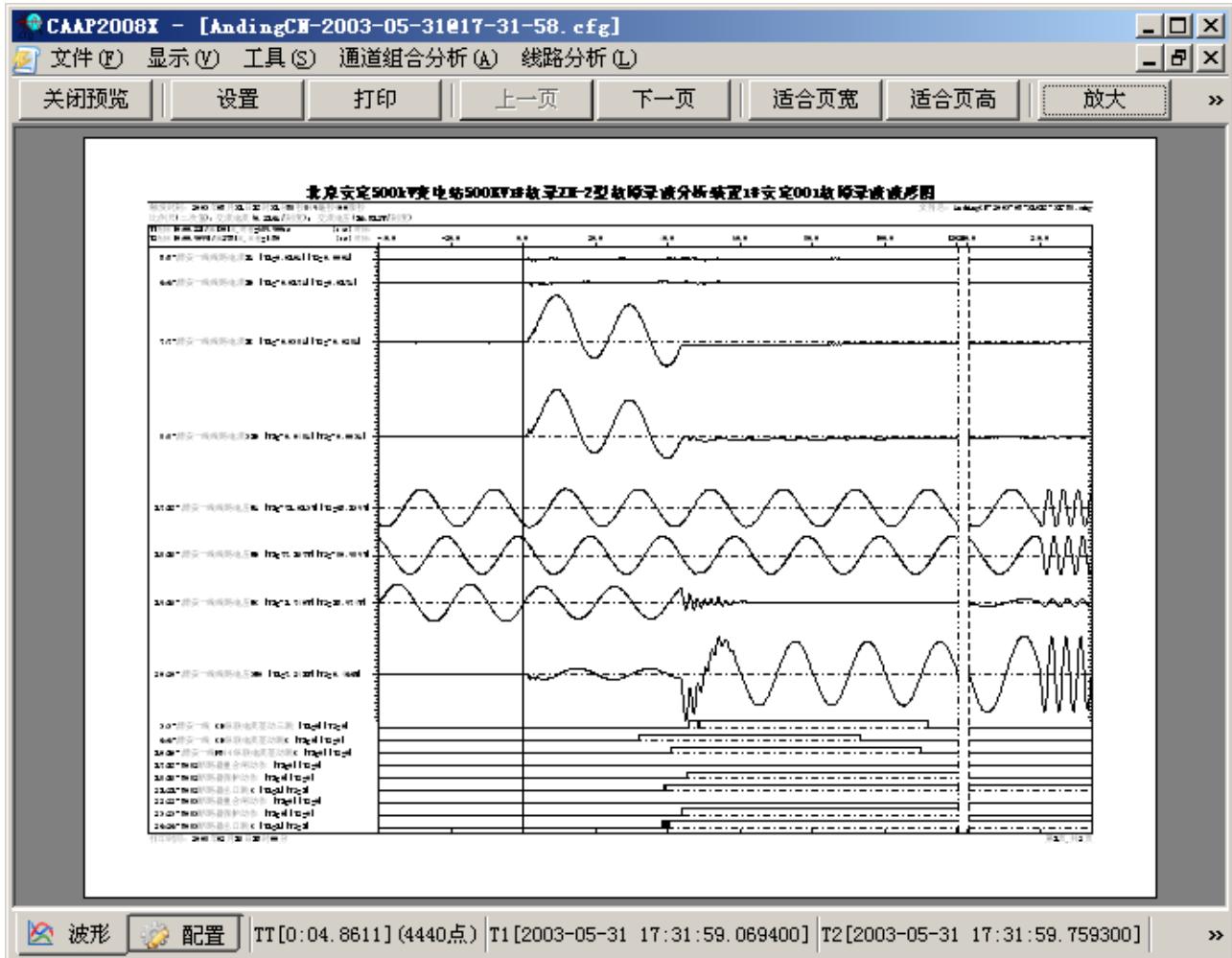


【图 7.3.2】

仅打印选择时段内的波形

当选择该模式时，仅输出用【7.2】节的方法选择的波形时段，如【图 7.3.3】；当不选择该模式时，CAAP2008X 将打印波形的全部时段，即使已经用【7.2】节的方法选择了若干个波形时段；当没有选择任何波形时段时，输出波形的全部时段。

CAAP2008X 默认选择该模式。



【图 7.3.3】

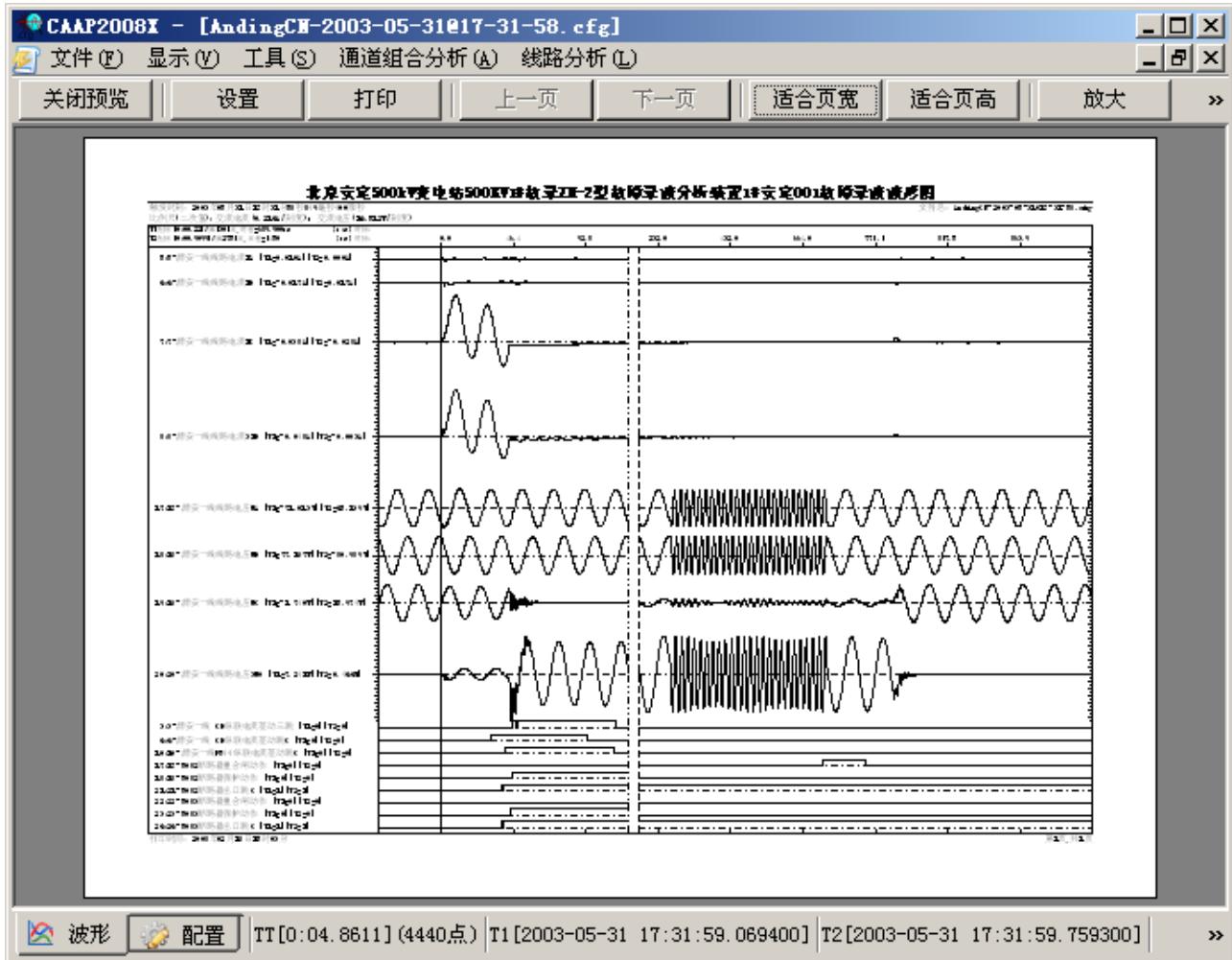
压缩在指定页数内

当选择该模式时，可以设定【页数限制】参数，CAAP2008X 将需要打印的波形的全过程压缩在限定的纸张页数之内打印，如【图 7.3.4】；当不选择该模式时，CAAP2008X 根据时间轴缩放比例自动分页打印。

该选项与【与显示一致的时间轴缩放比例】选项互斥。

当【压缩在指定页数内】和【与显示一致的时间轴缩放比例】都不选择时，可手动设定时间轴缩放比例。

CAAP2008X 默认不选择该模式。



【图 7.3.4】

与显示一致的时间轴缩放比例

当选择该模式时，打印输出的波形的时间轴缩放比例将与显示视图中当前的时间轴缩放比例一致。

该选项与【压缩在指定页数内】选项互斥。

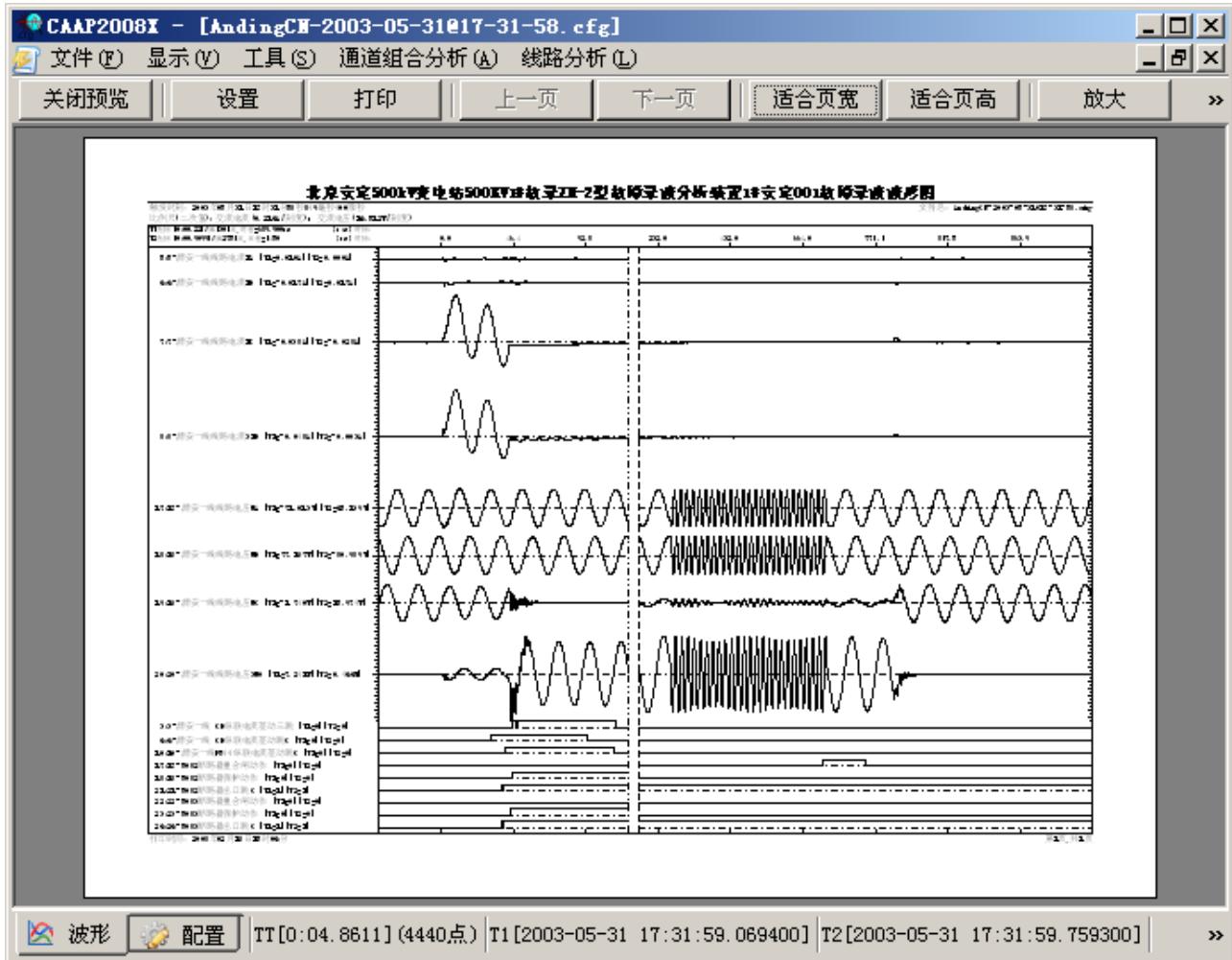
当【压缩在指定页数内】和【与显示一致的时间轴缩放比例】都不选择时，可手动设定时间轴缩放比例。

CAAP2008X 默认不选择该模式。

绘制 T0 时标线

当选择该模式时，如果要输出的波形时段含有录波 T0 点，则 CAAP2008X 将绘制 T0 点的光标线，如【图 7.3.4】；否则不绘制 T0 点光标线，如【图 7.3.6】。

CAAP2008X 默认选择该模式。



【图 7.3.6】

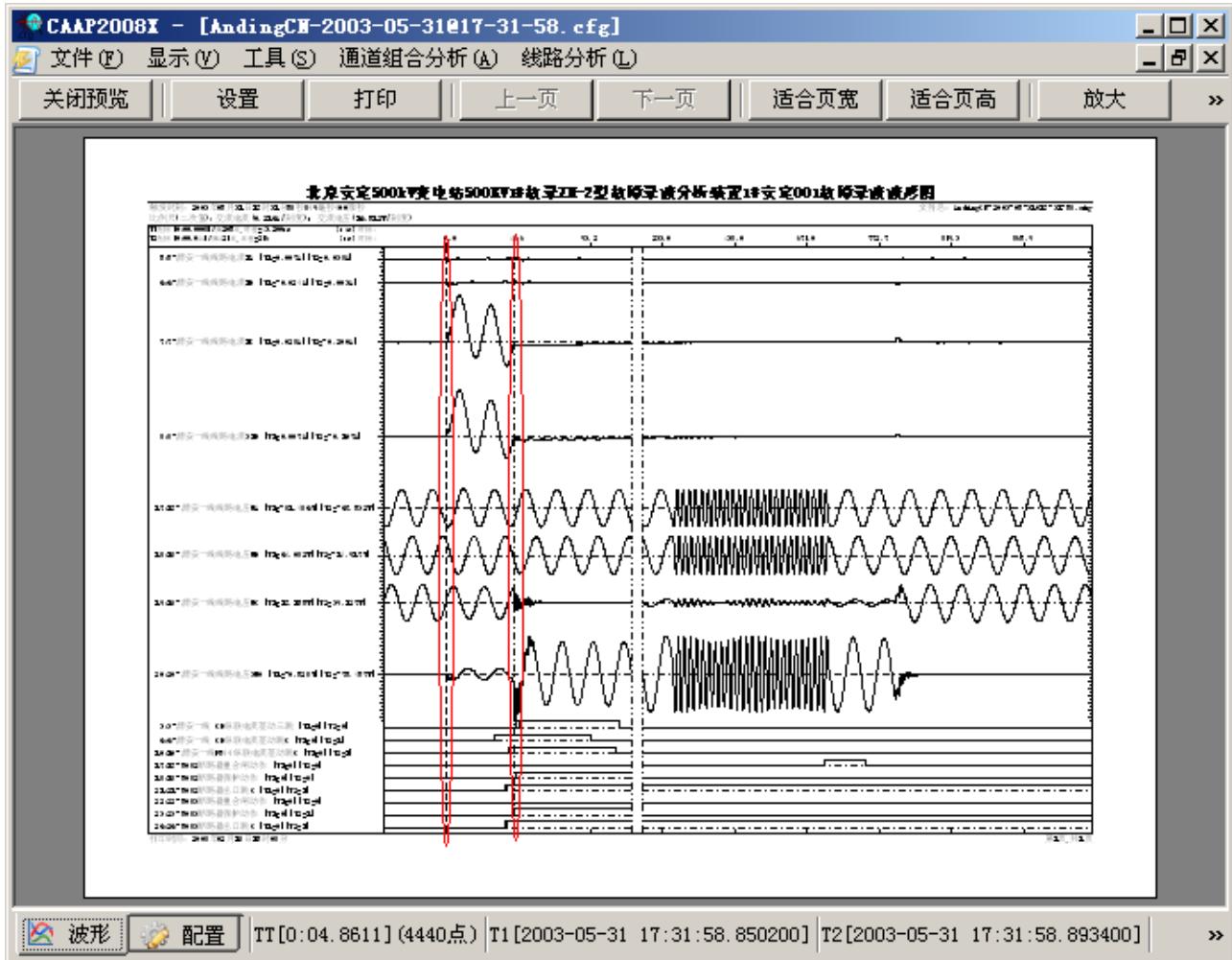
绘制当前时标值

当选择该模式时，如果要输出的波形时段含有 T1 或 T2 光标点，则 CAAP2008X 将绘制 T1 和 T2 光标线，如【图 7.3.7】，并且在通道名上显示两个光标处的当前值；如不选择该模式，则不绘制触发点光标线，同时也不会绘制光标值。

该选项与【绘制通道峰值】选项互斥。

当【绘制当前时标值】和【绘制通道峰值】都不选择时，将不会输出任何数值信息（可缩小通道名的用纸空间）。

CAAP2008X 默认选择该模式。



【图 7.3.7】

绘制通道峰值

当选择该模式时，在输出的画面中通道名上绘制通道的最大值和最小值。

该选项与【绘制当前时标值】选项互斥。

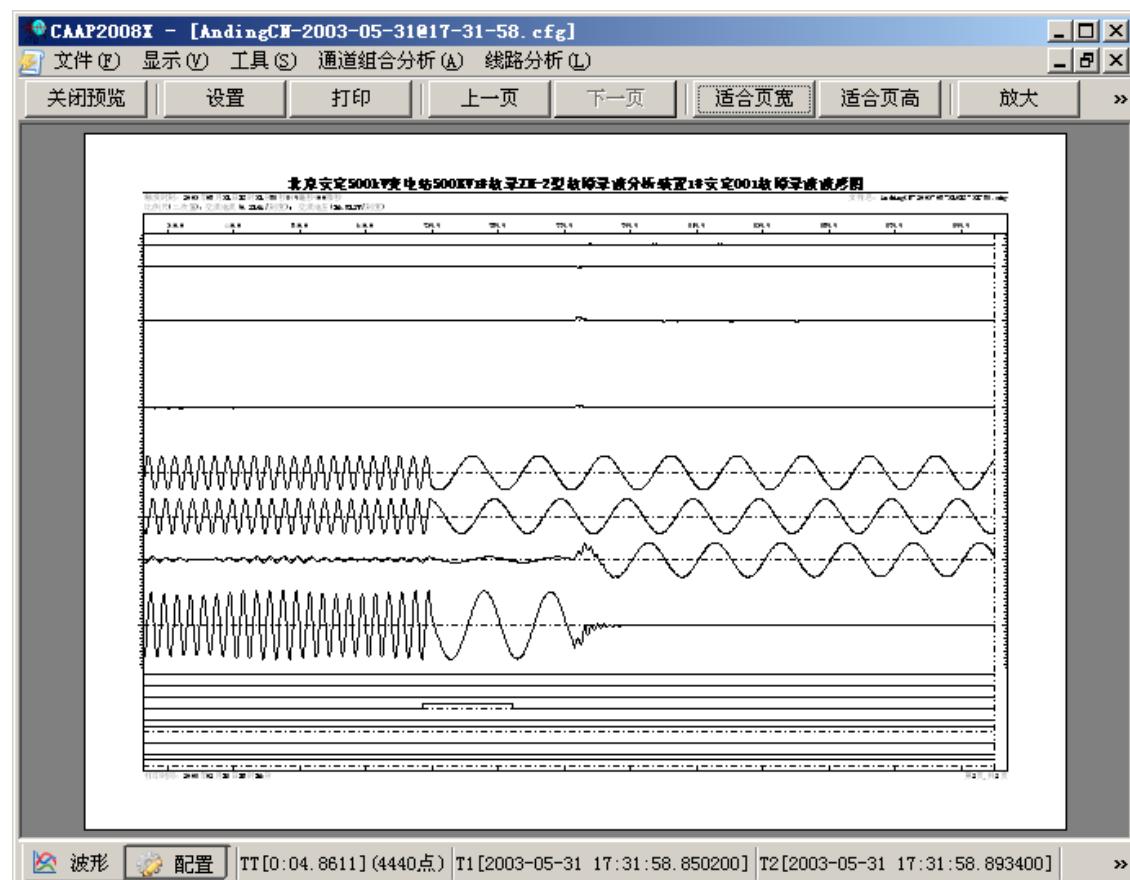
当【绘制当前时标值】和【绘制通道峰值】都不选择时，将不会输出任何数值信息（可缩小通道名的用纸空间）。

CAAP2008X 默认不选择该模式。

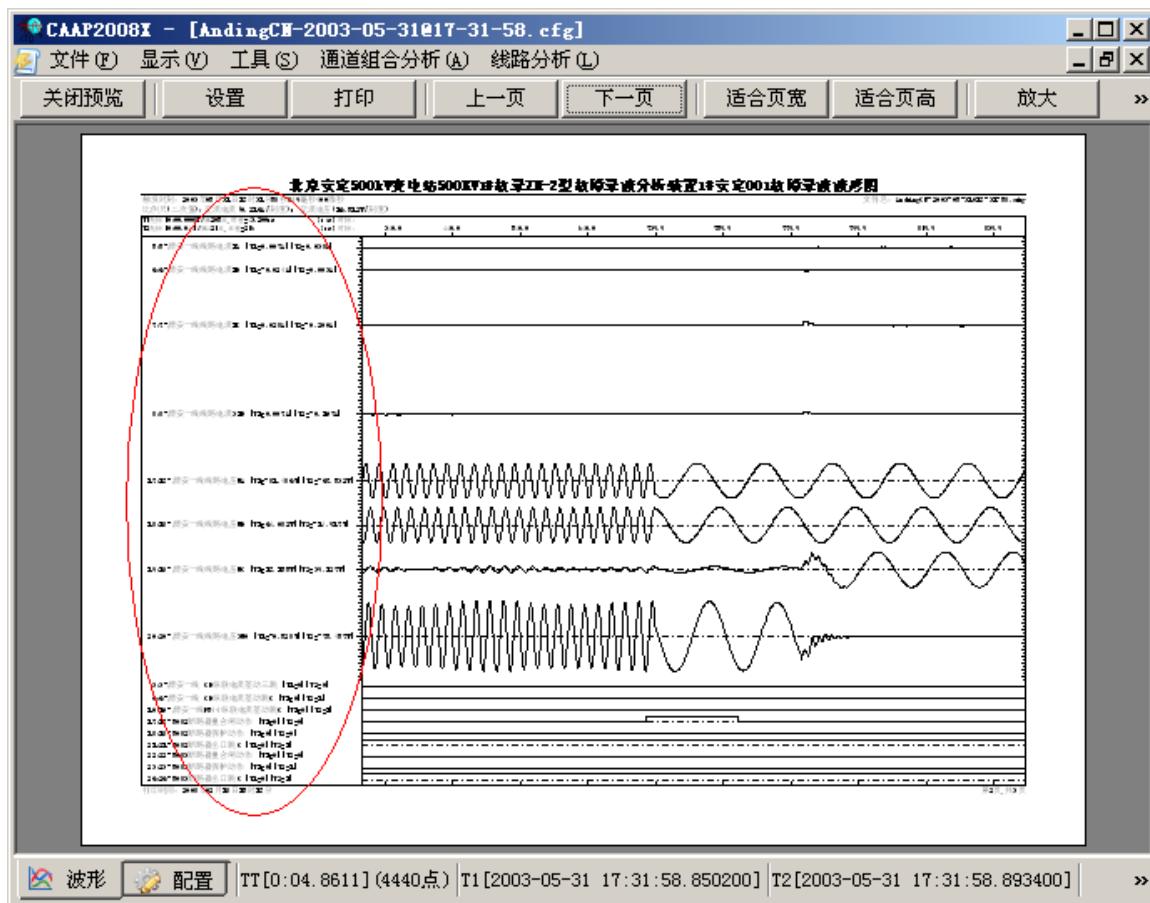
仅首页绘制通道名

当选择该模式时，在分页打印时仅第一页绘制通道名，其他页只绘制波形，如【图 7.3.9a】；否则所有页都绘制通道名，如【图 7.3.9b】。

CAAP2008X 默认选择该模式。



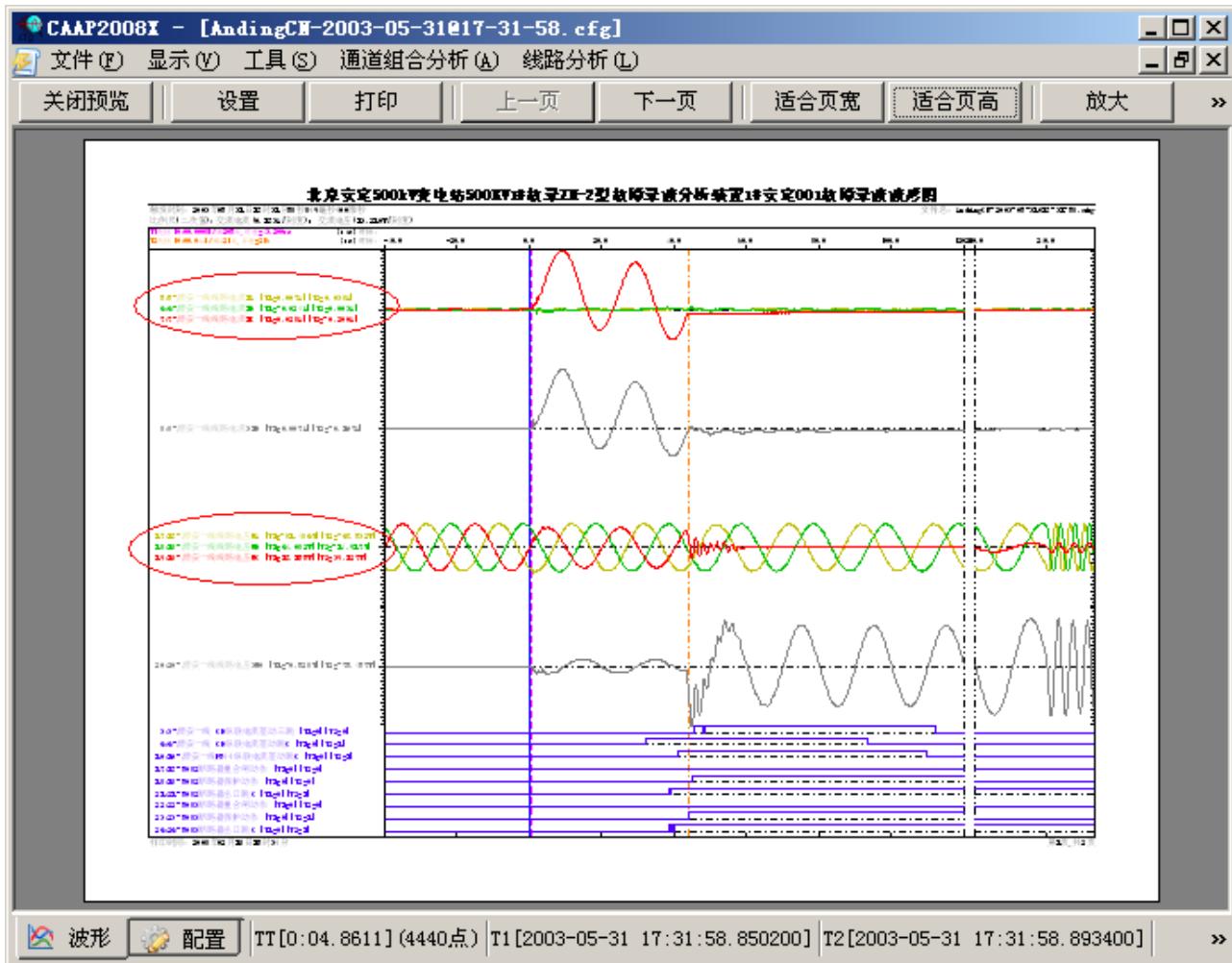
【图 7.3.9a】



【图 7.3.9b】

与显示一致的模拟量通道共轴打印

当选择该模式时，CAAP2008X 根据波形显示视图中通道同轴重叠显示的设置来共轴打印输出波形，如【图 7.3.10】；否则 CAAP2008X 将每个通道单独打印在各自的轴线上。CAAP2008X 默认选择该模式。



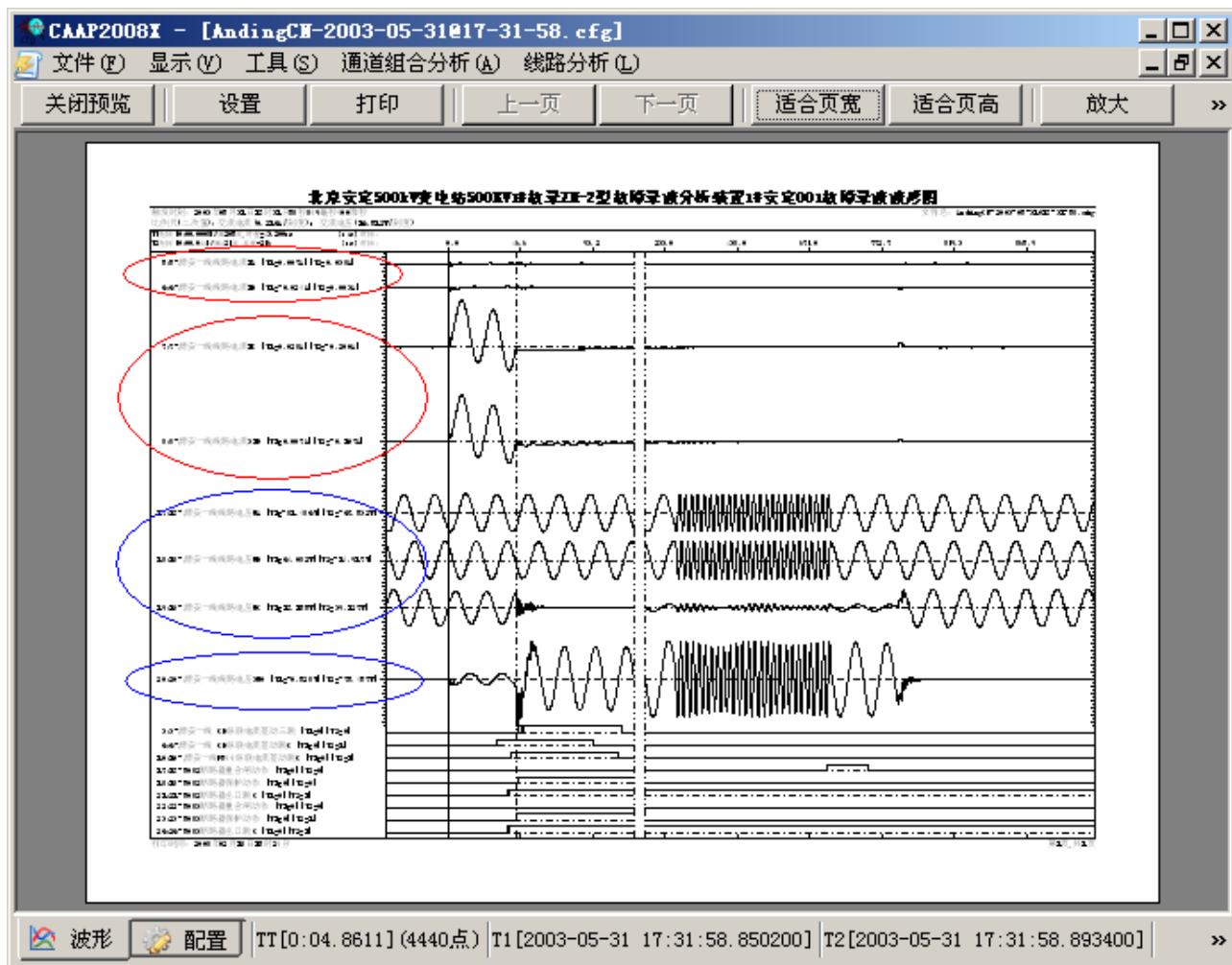
【图 7.3.10】

自动适应通道高度

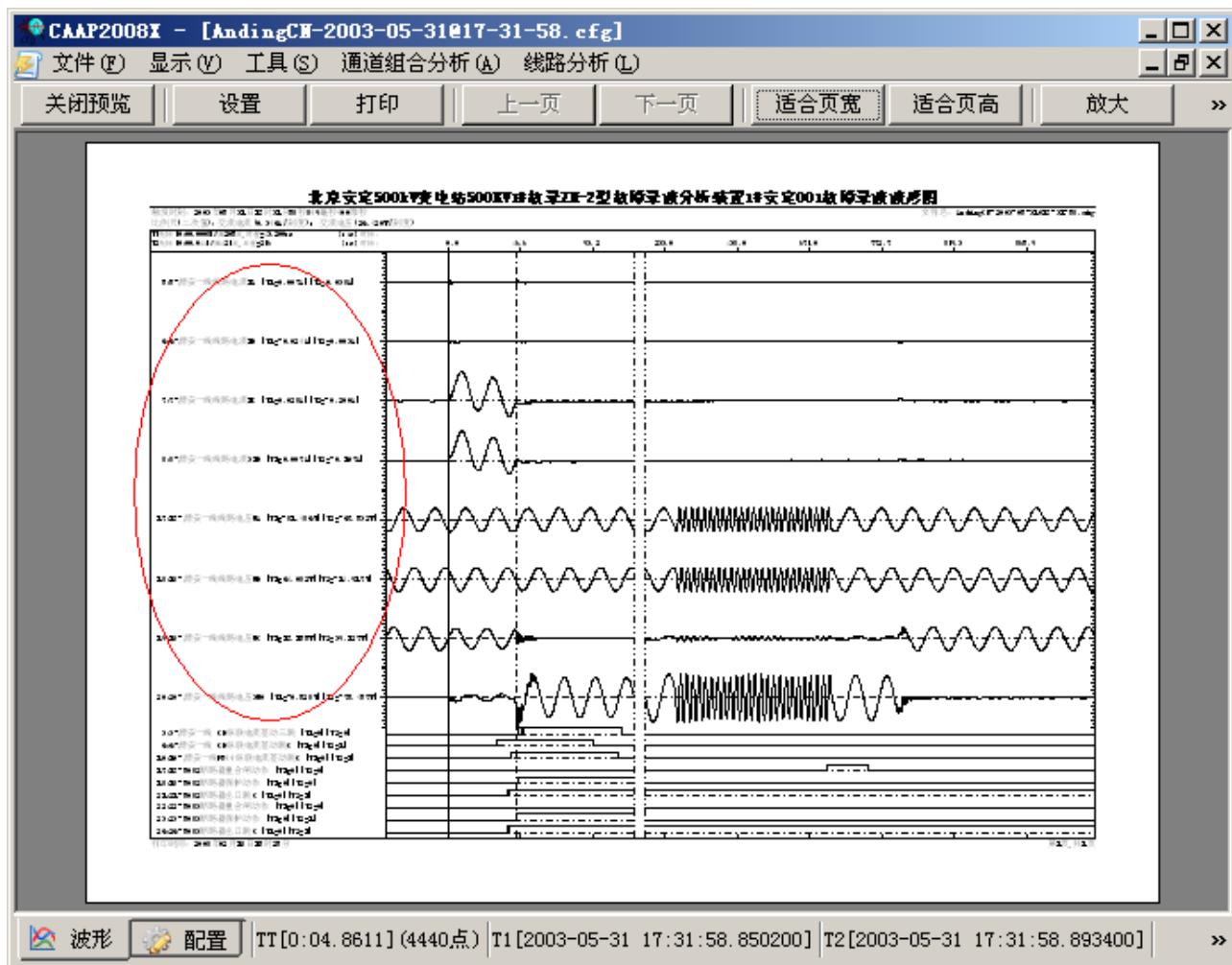
当选择该模式时，CAAP2008X 根据各个通道的峰值自动分配各个通道需要占据的纸张高度空间，这样可以更有效的利用纸张，如【图 7.3.11a】；否则 CAAP2008X 平均分配各个通道需要占据的纸张高度空间，如【图 7.3.11b】。

该选项与【纵向展开波形】选项互斥。

CAAP2008X 默认选择该模式。



【图 7.3.11a】



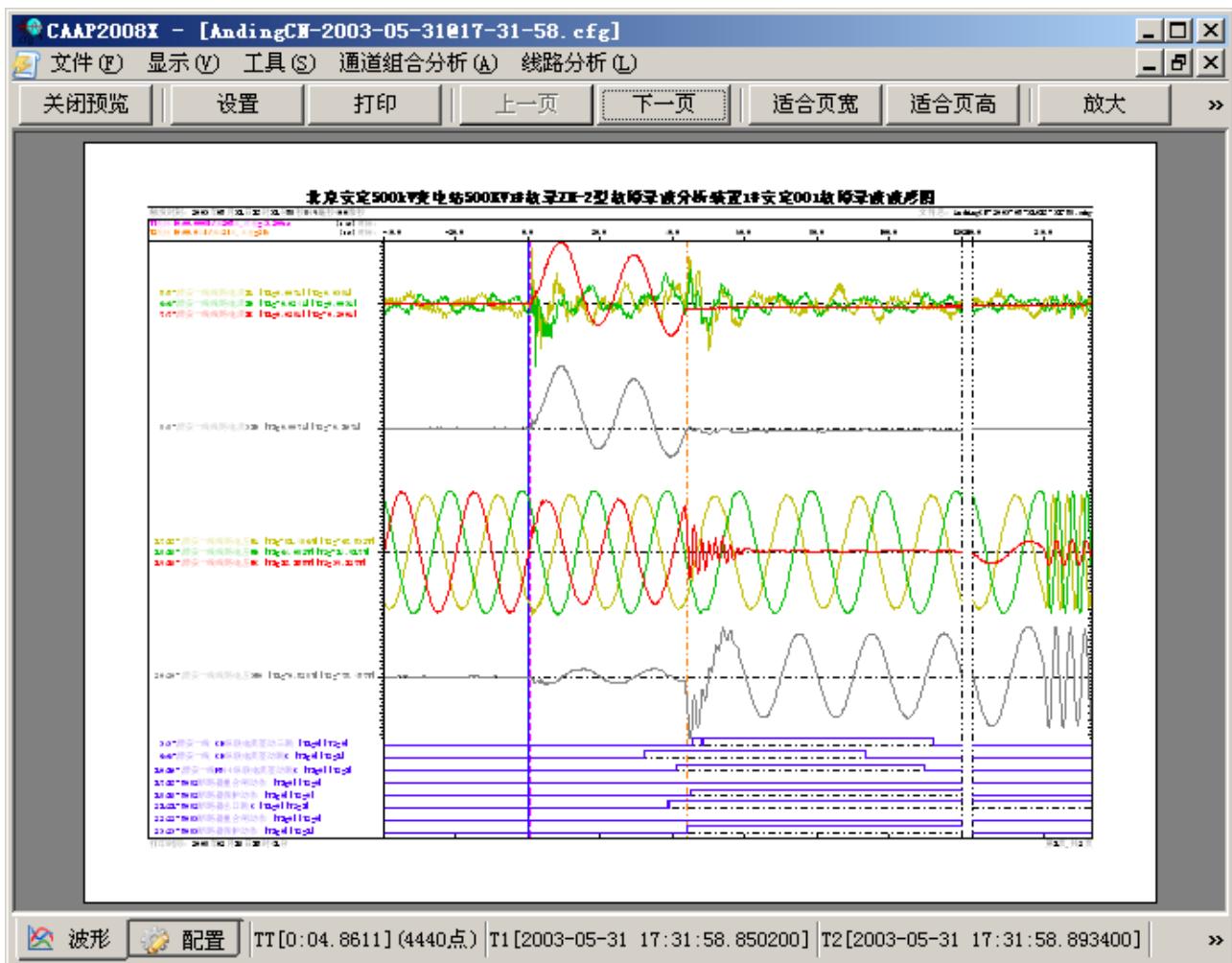
【图 7.3.11b】

纵向展开波形

当选择该模式时，CAAP2008X 将模拟量通道波形以纵向展开的形式输出，如【图 7.3.12】；否则 CAAP2008X 将模拟量通道波形按幅值比例输出。

该选项与【自动适应通道高度】选项互斥。

CAAP2008X 默认不选择该模式。

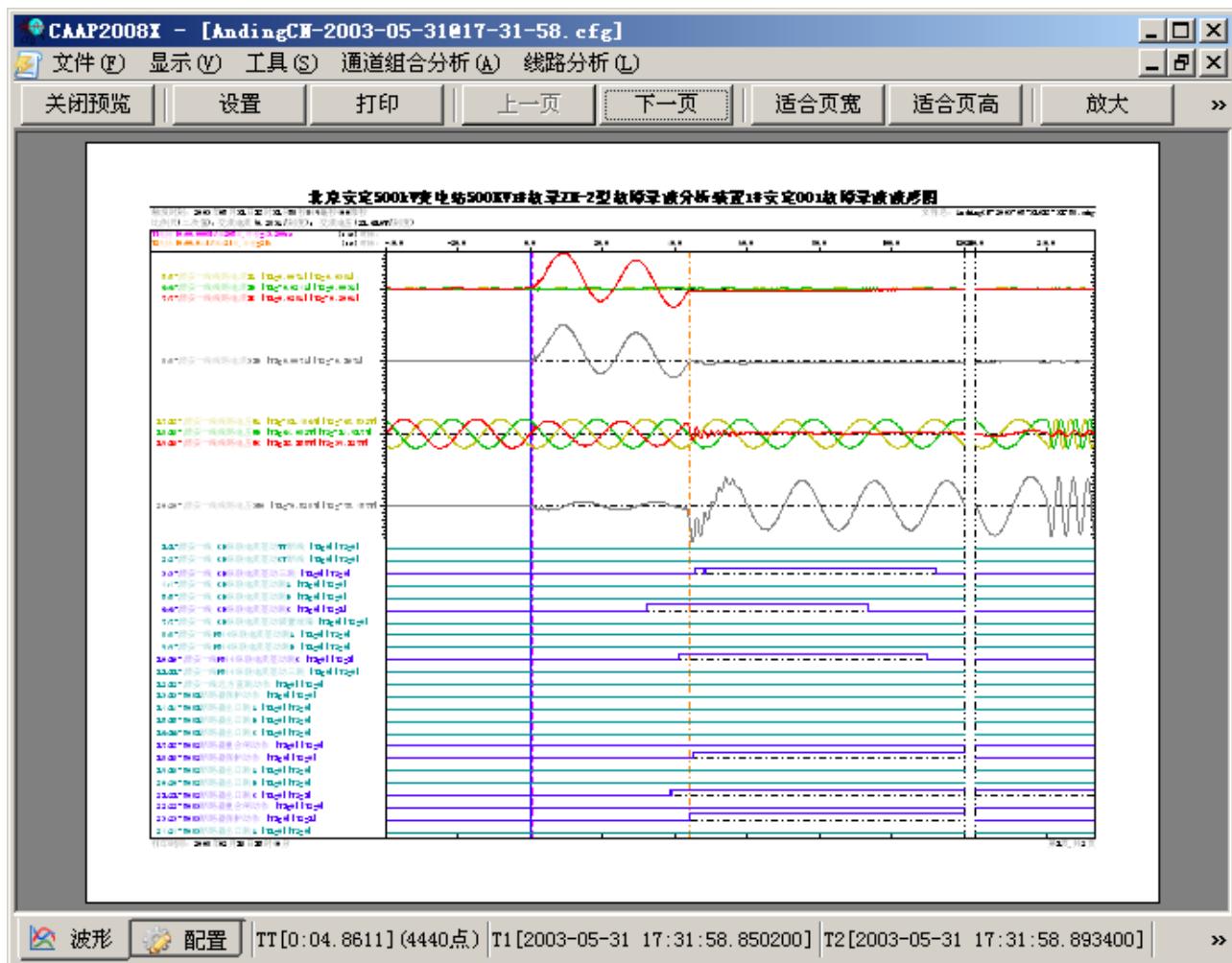


【图 7.3.12】

仅打印有变位的开关量

当选择该模式时，CAAP2008X 根据仅输出所选开关量通道中发生变位的通道，没有发生变位的开关量通道将被隐藏，如【图 7.3.12】；否则 CAAP2008X 所有选择的开关量通道都输出，如【图 7.3.9.13】。

CAAP2008X 默认选择该模式。



【图 7.3.13】

打印可见标签

当选择该模式时，当打印的区间含有标签信息时，标签信息也一并打印输出。
CAAP2008X 默认不选择该模式。

不打印通道编号

当选择该模式时，在绘制通道名时，不绘制通道编号，仅输出通道名和/或通道峰值或光标值（参见【绘制当前时标值】和【绘制通道峰值】）。

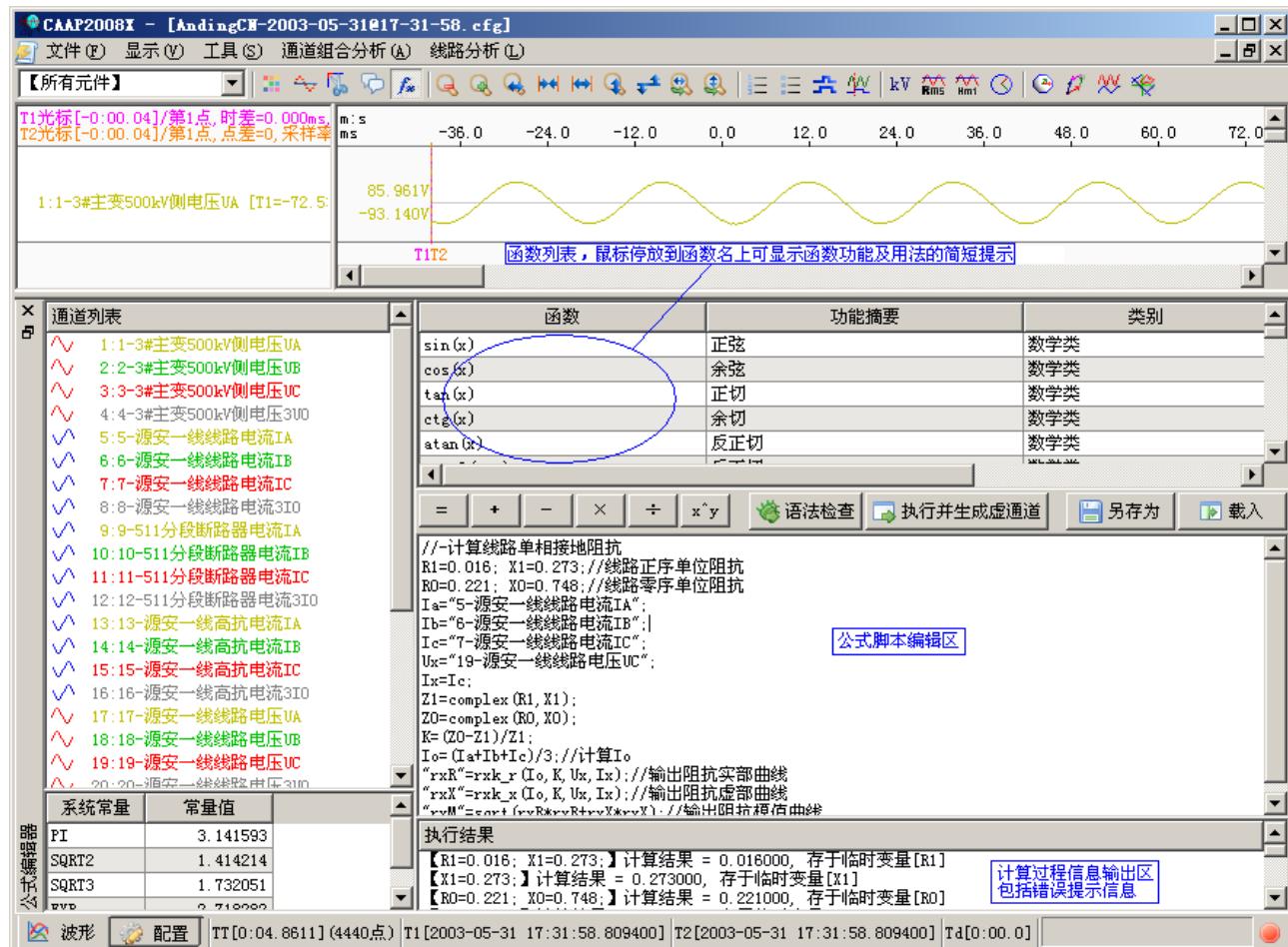
CAAP2008X 默认不选择该模式。

8. 公式编辑器

CAAP2008X 提供的电力故障录波分析专用公式编辑器可实现用户定义的高级分析功能，并将分析结果以虚通道的形式输出，输出的虚通道可用在其他的分析处理中，如放入“X-Y 自定义平面”中分析。CAAP2008X 的公式编辑器具有如下特色：

- ◇ 支持实数、通道的五则双目运算 (+、-、*、/、^)；
- ◇ 支持复数四则双目运算和开平方 (+、-、*、/、sqrt)；
- ◇ 支持实数与复数、实数与通道之间的五则双目运算 (+、-、*、/、^)；
- ◇ 支持实数型、通道型和复数型的临时变量；
- ◇ 支持无名算式；
- ◇ 超过 50 个常用函数，包括数学类、基波分析类、谐波分析类、序分量分析类、功率分析类、阻抗分析类、频率分析类、滤波类、造波类等；其中功率分析类和阻抗分析类函数支持变参；
- ◇ 可方便扩充函数接口；
- ◇ 支持注释信息；
- ◇ 支持自动生成虚通道 格式转换程序将预设的表达式保存在 inf 文件中，CAAP2008X 即可在打开文件后自动生成相应的虚通道，而不需要由转换程序在转换时输出虚通道实际数据，大大增加了灵活性；
- ◇ 可人工手动编辑计算结果虚通道的类型及相关参数（如变比、量纲等）；

选择主菜单的【工具(S) - 公式编辑器(E)】菜单；或点击工具栏上的  按钮，即可进入公式编辑器操作面板，如【图 8.0a】。



【图 8.0a】

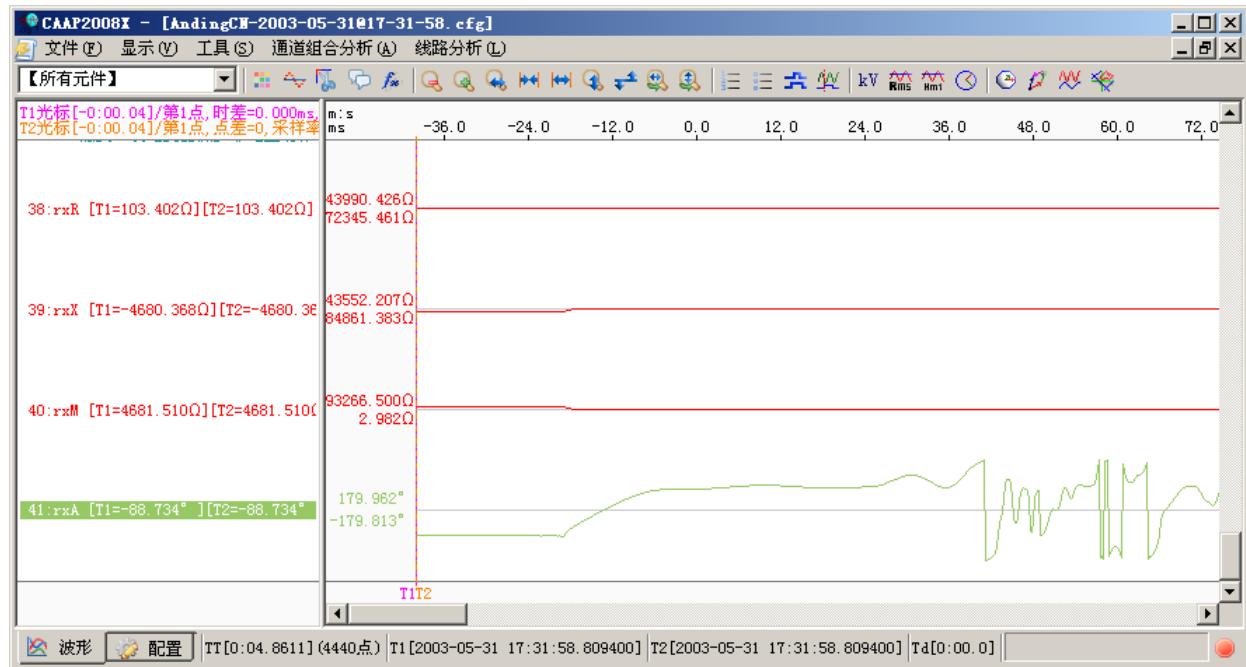
下表是一个公式脚本的例子和执行输出结果（计算源安一线的 C 相接地阻抗）：

脚本中包含有复数计算、临时变量定义、临时变量的使用、通道的四则运算、函数调用和函数嵌套调用、实数函数参数、临时变量函数参数、虚通道函数参数、表达式函数参数、虚通道定义和输出、注释等公式计算功能。

```
//-计算线路单相接地阻抗
R1=0.016; X1=0.273;//线路正序单位阻抗
R0=0.221; X0=0.748;//线路零序单位阻抗
Ia="5-源安一线线路电流 IA";
Ib="6-源安一线线路电流 IB";
Ic="7-源安一线线路电流 IC";
Ux="19-源安一线线路电压 UC";
Ix=Ic;
Z1=complex(R1,X1);
Z0=complex(R0,X0);
K=(Z0-Z1)/Z1;
Io=(Ia+Ib+Ic)/3;//计算 Io
"rxR"=rxk_r(Io,K,Ux,Ix);//输出阻抗实部曲线
"rxX"=rxk_x(Io,K,Ux,Ix);//输出阻抗虚部曲线
"rxM"=sqrt(rxR*rxR+rxX*rxX);//输出阻抗模值曲线
"rxA"=toAng(atan2(rxX,rxR));//输出阻抗角度曲线

【R1=0.016; X1=0.273;】计算结果 = 0.016000, 存于临时变量[R1]
【R1=0.016; X1=0.273;】计算结果 = 0.273000, 存于临时变量[X1]
【R0=0.221; X0=0.748;】计算结果 = 0.221000, 存于临时变量[R0]
【R0=0.221; X0=0.748;】计算结果 = 0.748000, 存于临时变量[X0]
【Ia="5-源安一线线路电流IA";】返回原始模拟量通道【 5:5-源安一线线路电流IA】!
【Ib="6-源安一线线路电流IB";】返回原始模拟量通道【 6:6-源安一线线路电流IB】!
【Ic="7-源安一线线路电流IC";】返回原始模拟量通道【 7:7-源安一线线路电流IC】!
【Ux="19-源安一线线路电压UC";】返回原始模拟量通道【 19:19-源安一线线路电压UC】!
【Ix=Ic;】生成[Ix]模拟量临时通道!
【Z1=complex(R1,X1);】计算结果 = 0.016000+j0.273000, 存于临时变量[Z1]
【Z0=complex(R0,X0);】计算结果 = 0.221000+j0.748000, 存于临时变量[Z0]
【K=(Z0-Z1)/Z1;】计算结果 = 1.777830-j0.646721, 存于临时变量[K]
【Io=(Ia+Ib+Ic)/3;】生成[Io]模拟量临时通道!
【"rxR"=rxk_r(Io,K,Ux,Ix);】生成新的模拟量虚通道【 38:rxR】!
【"rxX"=rxk_x(Io,K,Ux,Ix);】生成新的模拟量虚通道【 39:rxX】!
【"rxM"=sqrt(rxR*rxR+rxX*rxX);】生成新的模拟量虚通道【 40:rxM】!
【"rxA"=toAng(atan2(rxX,rxR));】生成新的模拟量虚通道【 41:rxA】!
```

【图 8.0b】是上述公式生成的 4 个虚通道曲线，虚通道产生后可以像普通通道一样编辑和操作，包括重新设置通道参数（变比、量纲、类型等）：



【图 8.0b】

8.1. 语法

一个完整的表达式由三部分组成：“计算结果变量名”、“幅值操作符【=】”和“数学算式”。格式为：

计算结果变量名 = 数学算式

一个完整的表达式必须在一行之内完成，多个短表达式可以写在一行之内，各表达式之间用【;】分隔；所有【//】符号之后的内容均被看作是注释内容而不被处理。

“计算结果变量名”可以是任意的字符串，但不能以“0~9”数字开头，不能与当前文件中的实通道重名。

“数学算式”包含【运算符】和【操作数】两类元素。【运算符】分为：数学运算符【+ - * / ^】、运算顺序限定符【()】、函数参数分隔符【,】、通道名字符串限定符【"】；操作数分为：子算式、函数、变量、有名常量、实数常数、复数、通道。

数学运算符的优先级定义为：【^】 > 【* /】 > 【+ -】。

所有子算式的计算最终结果只能是三种形式：实数常数、复数、通道。

CAAP2008X 可支持三种类型的表达式：

无名算式

如： $(1+2)^{*}3+4/5$

当无名算式的计算结果是实数常数或复数常数时，系统直接输出结果；

当无名算式的计算结果是通道数据时，系统仅提示结果类型，通常情况下此类算式没有实际意义，但可以作为一种调试手段。

有名临时变量表达式

如前面例子中的： $Io=(Ia+Ib+Ic)/3;$

有名临时变量表达式的结果可以作为后续表达式的操作数，它与**有名虚通道算式**的表述形式的区别是幅值操作符【=】左边的计算结果变量名没有被【"】包裹限定。

有名虚通道表达式

如前面例子中的："rxR"=rxk_r(Io,K,Ux,Ix);

将计算结果变量名用【"】包裹限定，该表达式就被 CAAP2008X 看作是有名虚通道算式。

当有名虚通道表达式的计算结果是实数常数或复数常数时，该表达式就被看作是有名临时变量表达式；

当有名虚通道表达式的计算结果是通道数据时，该通道将被加入到通道视图中。

8.2. 数学类函数

abs(x)——绝对值

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致。

atan(x)——反正切

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致的弧度值。

atan2(x,y)——反正切

x 和 y 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致的弧度值。

cos(x)——余弦

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，无量纲。

ctg(x)——余切

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，无量纲。

exp(x)——自然对数的幂

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致。

log(x)——自然对数

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致。

sin(x)——正弦

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，无量纲。

sqrt(x)——开平方

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致。

tan(x)——正切

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，无量纲。

toArc(x)——角度变弧度

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，量纲是弧度。

toAng(x)——弧度变角度

x 可以是“实数”或“通道”。

返回结果的类型是与“x”类型一致，量纲是“°”。

8.3. 复数类函数

complex(r,x)——构造一个复数

r 是“实数”或结果类型是“实数”的算式，用其作为复数的实部；x 是“实数”或结果类型是“实数”的算式，用其作为复数的虚部。

返回结果的类型是“复数”。

complex_a(c)——复数的角度

c 是“复数”或结果类型是“复数”的算式。

返回结果的类型是“实数”，量纲是“°”。

complex_m(c)——复数的模值

c 是“复数”或结果类型是“复数”的算式。

返回结果的类型是“实数”。

complex_r(c)——复数的实部

c 是“复数”或结果类型是“复数”的算式。

返回结果的类型是“实数”。

complex_x(c)——复数的虚部

c 是“复数”或结果类型是“复数”的算式。

返回结果的类型是“实数”。

8.4. 谐波分析类函数

harm_e(x,n)——谐波有效值

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是谐波次数。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

harm_m(x,n)——谐波模值

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是谐波次数。

返回结果的类型是“通道”。

harm_a(x,n)——谐波角度

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是谐波次数。

返回结果的类型是“通道”。

harm_r(x,n)——谐波实部

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是谐波次数。

返回结果的类型是“通道”。

harm_x(x,n)——谐波虚部

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是谐波次数。
返回结果的类型是“通道”。

8.5. 单通道分析类函数***dpart(x)——直流分量***

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

rms(x)——均方根

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

eff(x)——基波有效值

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

mod(x)——基波模值

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

phs(x)——相位

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

delta_mn(x)——突变量(后一周波与前一周波之差)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

delta_0n(x)——突变量(所有周波与第一周波之差)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

delta_nn(x)——突变量(同一周波内前半周与后半周之和)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

dist(x,n)——信号畸变比率

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；n 是截止谐波次数。
返回结果的类型是“通道”，没有量纲。

8.6. DFT 分析类函数***dft_m(x)——离散傅立叶变换(模值曲线)***

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

dft_a(x)——离散傅立叶变换(相角曲线)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

dft_r(x)——离散傅立叶变换(实部曲线)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

dft_x(x)——离散傅立叶变换(虚部曲线)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

8.7. 频率类函数

freq_x0(x)——信号频率(零交越法)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“Hz”。

freq_dft(x)——基波频率(DFT 变换插值修正法)

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“Hz”。

8.8. 滤波类函数

flt_hamm(x,fs,fl)——海明窗滤波

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式；fs 是截止频率(0.1~1000Hz)；fl 是滤波器长度(1~1000)。

返回结果的类型是“通道”。

flt_diff(x)——一点差分滤波

x 是“通道”或结果类型是“通道”的算式。
返回结果的类型是“通道”。

8.9. 序量分析类函数

seq_e(a,b,c,s)——序分量(有效值曲线)

a,b,c 分别是 A 相、B 相和 C 相通道；s (0,1,2), 分别表示零序、正序和负序。
返回结果的类型是“通道”。

seq_m(a,b,c,s)——序分量(模值曲线)

a,b,c 分别是 A 相、B 相和 C 相通道；s (0,1,2), 分别表示零序、正序和负序。
返回结果的类型是“通道”。

seq_a(a,b,c,s)——序分量(相位曲线)

a,b,c 分别是 A 相、B 相和 C 相通道；s (0,1,2), 分别表示零序、正序和负序。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

seq_r(a,b,c,s)——序分量(实部曲线)

a,b,c 分别是 A 相、B 相和 C 相通道；s (0,1,2), 分别表示零序、正序和负序。
返回结果的类型是“通道”。

seq_x(a,b,c,s)——序分量(虚部曲线)

a,b,c 分别是 A 相、B 相和 C 相通道；s (0,1,2), 分别表示零序、正序和负序。
返回结果的类型是“通道”。

8.10. 功率类函数

power_p(U , I1 , I2...)——有功功率

U 交流电压通道；Ix 是交流电流通道；可支持多个分支电流通道。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“W”。

power_q(U , I1 , I2...)——无功功率

U 交流电压通道；Ix 是交流电流通道；可支持多个分支电流通道。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“Var”。

power_s(U , I1 , I2...)——视在功率

U 交流电压通道；Ix 是交流电流通道；可支持多个分支电流通道。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“VA”。

8.11. 阻抗类函数

rx_m(U , I1 , I2...)——阻抗模值

U 是线路某相电压通道；Ix 是线路某相电流通道；该函数支持多分支电流。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“”。

rx_a(U , I1 , I2...)——阻抗相位

U 是线路某相电压通道；Ix 是线路某相电流通道；该函数支持多分支电流。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

rx_r(U , I1 , I2...)——阻抗实部

U 是线路某相电压通道；Ix 是线路某相电流通道；该函数支持多分支电流。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“”。

rx_x(U , I1 , I2...)——阻抗虚部

U 是线路某相电压通道；Ix 是线路某相电流通道；该函数支持多分支电流。
返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“”。

rxk_m(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗模值

Io 是零序电流通道；K=(Zo-Z1)/Z1, Zo 是线路单位零序阻抗(/km) , Z1 是线路单位正序阻抗(/km)；U 是线路某相电压通道；Ix 是线路某相电流通道；该函数支持多分支电流。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“”。

rxk_a(Io , K , U , I1 , I2...)——线路接地阻抗相位

Io 是零序电流通道；K=(Zo-Z1)/Z1, Zo 是线路单位零序阻抗(/km) , Z1 是线路单

位正序阻抗($/\text{km}$) ; U 是线路某相电压通道 ; I_x 是线路某相电流通道 ; 该函数支持多分支电流。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“ \cdot ”。

***rxk_r(lo, K, U, I1, I2...)*——线路接地阻抗实部**

lo 是零序电流通道 ; $K=(Z_0-Z_1)/Z_1$, Z_0 是线路单位零序阻抗($/\text{km}$) , Z_1 是线路单位正序阻抗($/\text{km}$) ; U 是线路某相电压通道 ; I_x 是线路某相电流通道 ; 该函数支持多分支电流。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“ \cdot ”。

***rxk_x(lo, K, U, I1, I2...)*——线路接地阻抗虚部**

lo 是零序电流通道 ; $K=(Z_0-Z_1)/Z_1$, Z_0 是线路单位零序阻抗($/\text{km}$) , Z_1 是线路单位正序阻抗($/\text{km}$) ; U 是线路某相电压通道 ; I_x 是线路某相电流通道 ; 该函数支持多分支电流。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“ \cdot ”。

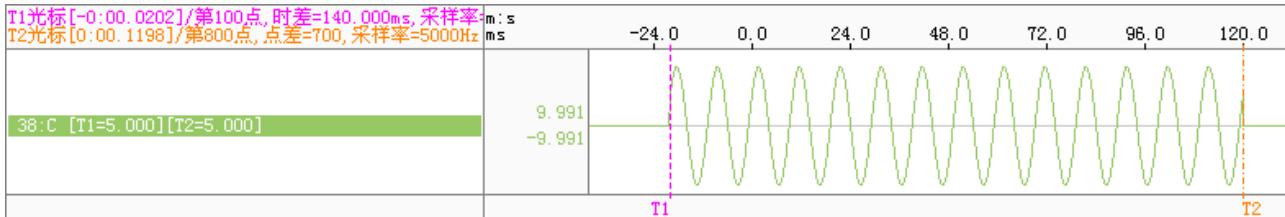
8.12. 造波类函数

***mkwave_c(s,e,a,f)*——构造单位周期分量波形**

s 是从 1 开始的起始点编号 ; e 是从 1 开始的结束点编号 ; a 是初相角(0 ~ 360 度) ; f 是频率(0 ~ 5000Hz)。

返回结果的类型是“通道”。

如：“C”=10*mkwave_c(100,800,30,100)的计算结果如【图 8.12.1】：



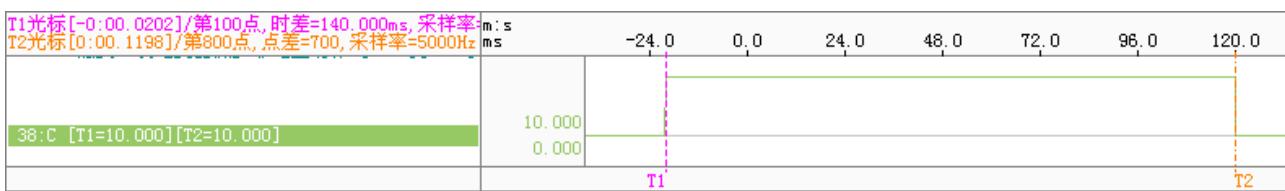
【8.12.1】

***mkwave_d(s,e)*——构造单位恒定直流波形**

s 是从 1 开始的起始点编号 ; e 是从 1 开始的结束点编号。

返回结果的类型是“通道”。

如：“C”=10*mkwave_d(100,800)的计算结果如【图 8.12.2】：



【8.12.2】

***mkwave_dt(s,e,t)*——构造单位衰减直流波形**

s 是从 1 开始的起始点编号 ; e 是从 1 开始的结束点编号 ; t 是衰减时间常数($>=1\text{ms}$)。返回结果的类型是“通道”。

如：“C”=10*mkwave_dt(100,800,50)的计算结果如【图 8.12.3】：



【图 8.12.3】

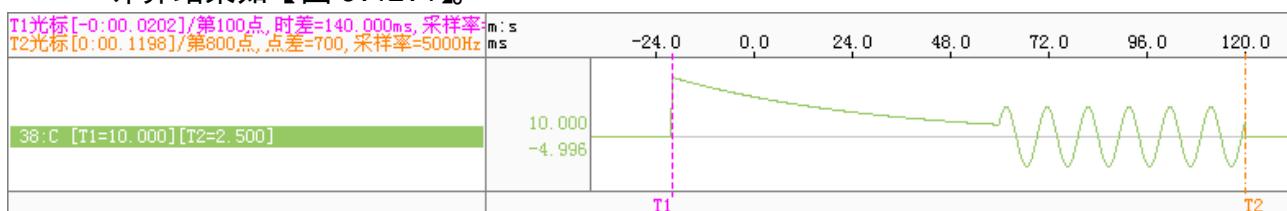
mkwave_f(C1,s,e,C2,i)——组合波形

将 C1 通道的 s 点到 e 点之间的数据填充到 C2 通道 i 点之后组合出一个新的通道。
返回结果的类型是“通道”。

如：

```
C1=5*mkwave_c(100,800,30,100)
C2=10*mkwave_dt(100,800,50)
"C"=mkwave_f(C1,100,400,C2,500)
```

计算结果如【图 8.12.4】。



【图 8.12.4】

8.13. 其他函数

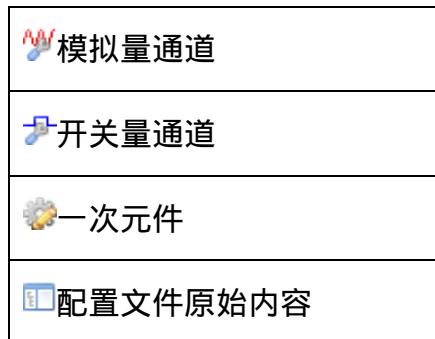
phsd(c1,c2)——两通道相位差

c1, c2 分别是两个通道。

返回结果的类型是“通道”，通道量纲是“°”。

9. 编辑配置参数

CAAP2008X 支持配置参数（包括通道参数和一次元件参数等）在线编辑修改。点击主画面左下角的【 配置】标签按钮，可以切换到【参数配置】画面，如【图 9.0】，在该画面中有四个标签页，分别是：

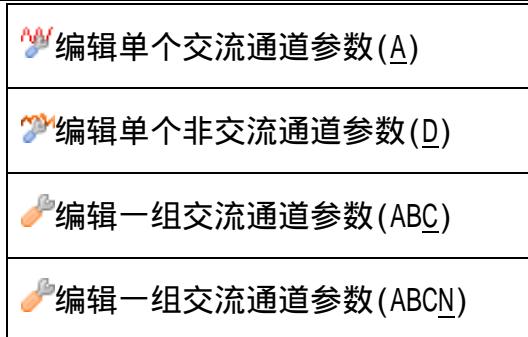


通道	相关一次元件	相别	信号类型	额定频
~ 001:1-发电机机端电压Ua	发电机	A	交流电压	50
~ 002:2-发电机机端电压Ub	发电机	B	交流电压	50
~ 003:3-发电机机端电压Uc	发电机	C	交流电压	50
~ 004:4-发电机机端电压3Uo	发电机	N	交流电压	50
~ 005:5-1#主变高压侧电压Ua	主变	A	交流电压	50
~ 006:6-1#主变高压侧电压Ub	主变	B	交流电压	50
~ 007:7-1#主变高压侧电压Uc	主变	C	交流电压	50
~ 008:8-1#主变高压侧电压3Uo	主变	N	交流电压	50
✓ 009:9-发电机机端电流1Ia	发电机	A	交流电流	50
✓ 010:10-发电机机端电流1Ib	发电机	B	交流电流	50
✓ 011:11-发电机机端电流1Ic	发电机	C	交流电流	50
✓ 012:12-发电机机端电流3Io	发电机	N	交流电流	50
✓ 013:13-发电机中性点第1分支组电流Ia	发电机	A	交流电流	50
✓ 014:14-发电机中性点第1分支组电流Ib	发电机	B	交流电流	50
✓ 015:15-发电机中性点第1分支组电流Ic	发电机	C	交流电流	50
✓ 016:16-发电机中性点第1分支组电流3Io	发电机	N	交流电流	50
✓ 017:25-发电机中性点第2分支组电流Ia	发电机	A	交流电流	50
✓ 018:26-发电机中性点第2分支组电流Ib	发电机	B	交流电流	50
✓ 019:27-发电机中性点第2分支组电流Ic	发电机	C	交流电流	50
✓ 020:28-发电机中性点连线电流3Io	发电机	N	交流电流	50
✓ 021:29-主变高压侧1分支电流Ia	主变	A	交流电流	50
✓ 022:30-主变高压侧1分支电流Ib	主变	B	交流电流	50
✓ 023:31-主变高压侧1分支电流Ic	主变	C	交流电流	50

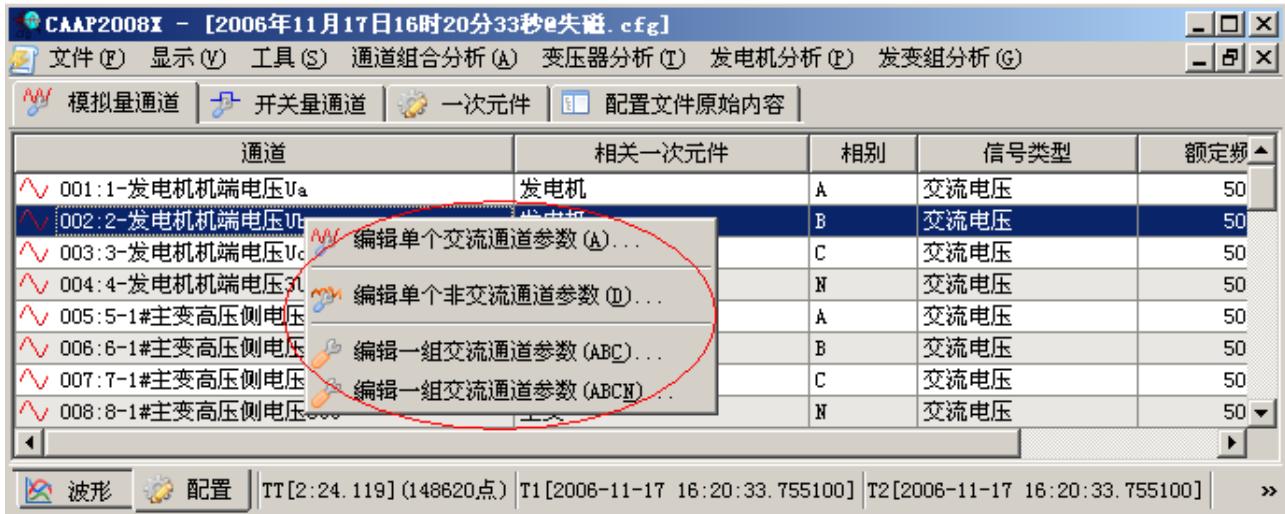
【图 9.0】

9.1. 模拟量通道参数

切换到【图 9.0】中的【 模拟量通道】标签页，在该页面可以编辑模拟量通道的相关参数。在【图 9.0】的模拟量通道列表中，用鼠标右键点击需要修改参数的通道，弹出如【图 9.1】的快捷菜单，这些菜单包括：



可通过这些菜单进入相关的通道参数编辑模式。

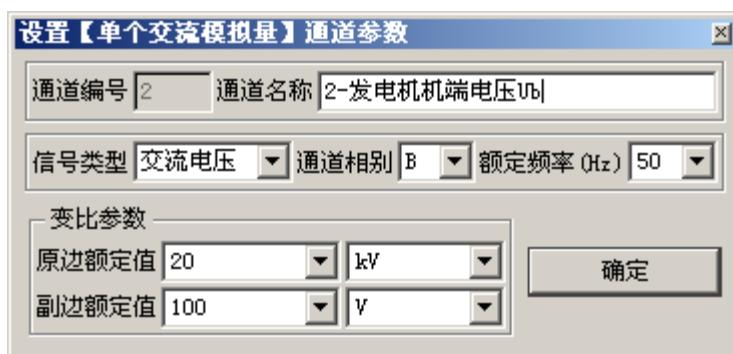


【图 9.1】

编辑单个交流通道参数

选择【图 9.1】中的【 编辑单个交流通道参数(A)】菜单，会弹出单个交流通道参数设置画面，如【图 9.1.1】。

在该画面中可以修改“通道名称”、“信号类型”、“通道相别”、“额定频率”、“变比参数”及一次侧/二次侧量纲等参数。



【图 9.1.1】

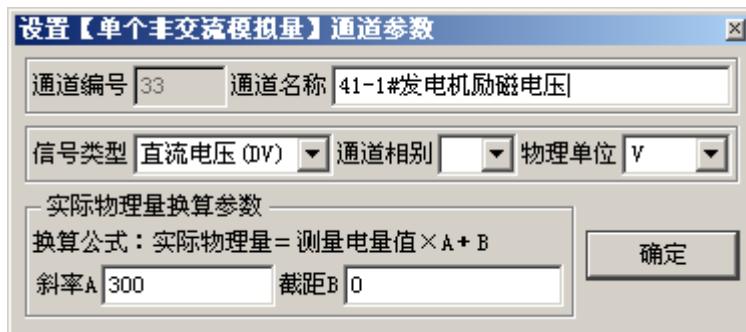
编辑单个非交流通道参数

选择【图 9.1】中的【 编辑单个非交流通道参数(D)】菜单，会弹出单个非交流通道参数设置画面，如【图 9.1.2】。

在该画面中可以修改“通道名称”、“信号类型”、“通道相别”、“物理单位”以及“实

际物理量换算参数”等。

实际物理量 = 通道测量值 $\times A + B$ 。



【图 9.1.2】

编辑 ABC 三相交流通道参数

选择【图 9.1】中的『编辑一组交流通道参数(ABC)』菜单，会弹出 ABC 三相交流通道参数设置画面，如【图 9.1.3】。

在该画面中可以修改“信号类型”、“额定频率”、“变比参数”以及 ABC 三相通道的通道名称等参数。



【图 9.1.3】

编辑 ABCN 整组交流通道参数

选择【图 9.1】中的『编辑一组交流通道参数(ABCN)』菜单，会弹出 ABCN 四相交流通道参数设置画面，如【图 9.1.4】。

在该画面中可以修改“信号类型”、“额定频率”、“变比参数”以及 ABCN 四相通道的通道名称等参数。



【图 9.1.4】

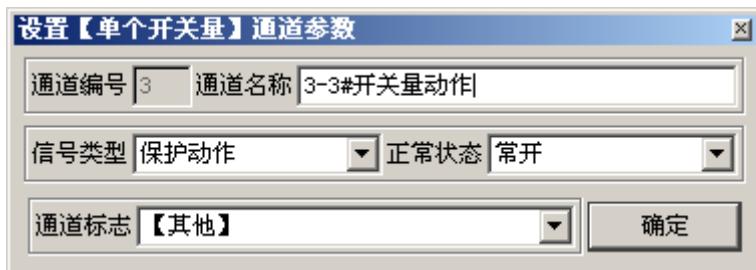
9.2. 开关量通道参数

切换到【图 9.0】中的【开关量通道】标签页，如【图 9.2】，在该页面可以编辑开关量通道的相关参数。

在【图 9.2】中用鼠标左键双击一个开关量通道，可弹出该开关量通道参数编辑对话框，如【图 9.2.1】，在该对话框中可编辑“通道名称”、“信号类型”、“正常状态”及“通道标志”等开关量通道参数。



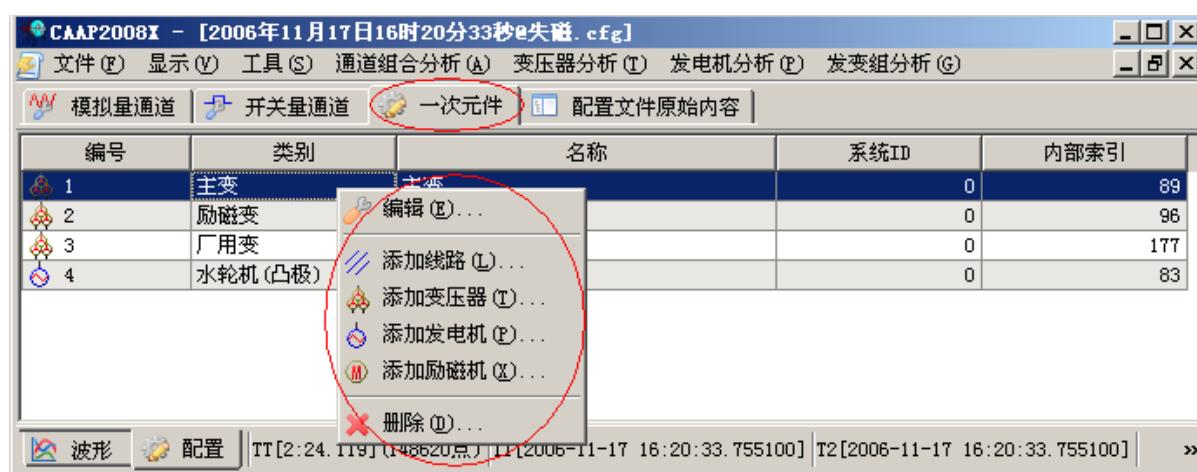
【图 9.2】



【图 9.2.1】

9.3. 一次元件参数

切换到【图 9.0】中的【一次元件】标签页，如【图 9.3】，在该页面可以编辑各类一次元件（如线路、变压器、发电机等）的相关参数。



【图 9.3】

用鼠标右键点击【图 9.3】的一次元件列表中的条目，可弹出如【图 9.3】的快捷菜单，这些菜单包括：



通过这些菜单可修改、添加、删除各类一次元件。

线路参数

在【图 9.3】的一次元件列表中用鼠标右键点击一个已经存在的线路元件，在弹出的菜单中选择【 编辑(E)】，或选择【图 9.3】中的【 添加线路(L)】菜单，均可以弹出线路参数设置画面，如【图 9.3.1】。

在【图 9.3.1】中可设置“线路名称”、“系统 ID”、“线路长度”、“单位正序阻抗”、“单位零序阻抗”以及相关的电压电流通道等参数。



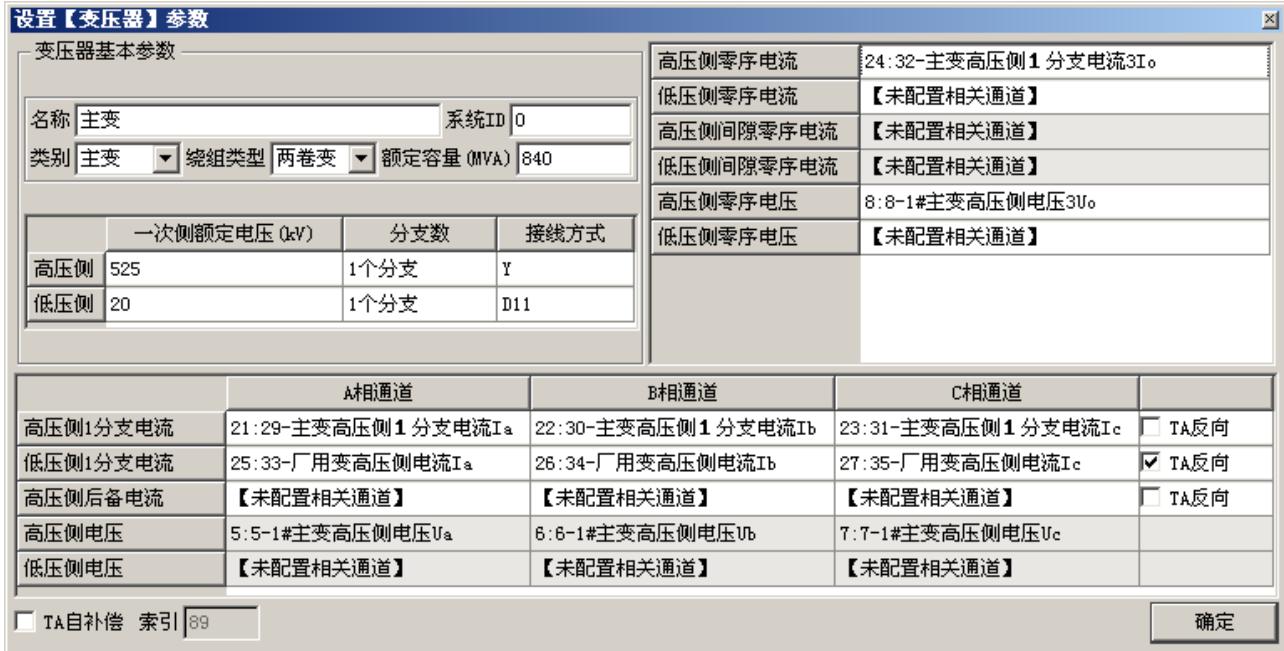
【图 9.3.1】

变压器参数

在【图 9.3】的一次元件列表中用鼠标右键点击一个已经存在的变压器元件，在弹

出的菜单中选择【 编辑(E)】，或选择【图 9.3】中的【 添加变压器(T)】菜单，均可
以弹出变压器参数设置画面，如【图 9.3.2】。

在【图 9.3.2】中可设置“变压器名称”、“系统 ID”、“变压器类别”、“绕组类型”、“额定容量”、“各侧的一次额定电压”、“各侧的电流分支数”、“各侧的接线方式”以及相关的各类电压电流通道等参数。



【图 9.3.2】

发电机参数

在【图 9.3】的一次元件列表中用鼠标右键点击一个已经存在的发电机元件，在弹出的菜单中选择【 编辑(E)】，或选择【图 9.3】中的【 添加发电机(P)】菜单，均可
以弹出发电机参数设置画面，如【图 9.3.3】。

在【图 9.3.3】中可设置“发电机名称”、“系统 ID”、“发电机类别”、“各种额定值”、“中性点分支组数及各组分支数”、“机端电流方向”、“励磁方式”、“相关主变”以及相关的各类电压电流通道等参数。



【图 9.3.3】

励磁机参数

在【图 9.3】的一次元件列表中用鼠标右键点击一个已经存在的励磁机元件，在弹出的菜单中选择【 编辑(E)】，或选择【图 9.3】中的【 添加励磁机(X)】菜单，均可以弹出励磁机参数设置画面，如【图 9.3.4】。

在【图 9.3.4】中可设置“励磁机名称”、“系统 ID”、“励磁机类别”、“各种额定值”、“相关发电机”以及相关的各类电压电流通道等参数。



【图 9.3.4】

9.4. 专用配置参数的导出导入



【图 9.4】

导出专用参数配置

点击主菜单的【文件(F) - 导出专用参数配置(X)】菜单，可以将当前的专用配置参数的导出到指定的专用参数配置文件中。CAAP2008X 的专用参数配置文件的扩展名是“.zcfg”，格式是形如 COMTRADE 1999 版的“.inf”文件格式，下面是一个导出的专用参数配置文件示例：

```
[ZYHD Analog_Channels_Parameter]
CHNL_INFO_#1=1, 1, 3#主变 500kV 侧电压 UA, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#2=2, 2, 3#主变 500kV 侧电压 UB, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#3=3, 3, 3#主变 500kV 侧电压 UC, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#4=4, 4, 3#主变 500kV 侧电压 3U0, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#5=5, 5, 源安一线线路电流 IA, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#6=6, 6, 源安一线线路电流 IB, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#7=7, 7, 源安一线线路电流 IC, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#8=8, 8, 源安一线线路电流 3I0, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#9=9, 9, 511 分段断路器电流 IA, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#10=10, 10, 511 分段断路器电流 IB, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#11=11, 11, 511 分段断路器电流 IC, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#12=12, 12, 511 分段断路器电流 3I0, TA, 50.000, 2.500, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#13=13, 13, 源安一线高抗电流 IA, TA, 50.000, 0.300, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#14=14, 14, 源安一线高抗电流 IB, TA, 50.000, 0.300, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#15=15, 15, 源安一线高抗电流 IC, TA, 50.000, 0.300, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#16=16, 16, 源安一线高抗电流 3I0, TA, 50.000, 0.300, kA, 1.000, A, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#17=17, 17, 源安一线线路电压 UA, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#18=18, 18, 源安一线线路电压 UB, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#19=19, 19, 源安一线线路电压 UC, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#20=20, 20, 源安一线线路电压 3U0, TV, 50.000, 500.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#21=21, 33, 3#主变 35kV 侧电压 UA, TV, 50.000, 35.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#22=22, 34, 3#主变 35kV 侧电压 UB, TV, 50.000, 35.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#23=23, 35, 3#主变 35kV 侧电压 UC, TV, 50.000, 35.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#24=24, 36, 3#主变 35kV 侧电压 3U0, TV, 50.000, 35.000, kV, 100.000, V, 1.00000000, 0.00000000,
CHNL_INFO_#25=25, 0, 频率曲线, FQ, 50.000, 1.000, Hz, 1.000, Hz, 1.00000000, 0.00000000,
```

```
[ZYHD Status_Channels_Parameter]
CHNL_INFO_#1=1, 1, 源安一线 MCD 纵联电流差动 VT 断线, Device_Alarm, Normal, Relay_#0
CHNL_INFO_#2=2, 2, 源安一线 MCD 纵联电流差动 CT 断线, Device_Alarm, Normal, Relay_#0
CHNL_INFO_#3=3, 3, 源安一线 MCD 纵联电流差动三跳, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#4=4, 4, 源安一线 MCD 纵联电流差动跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#5=5, 5, 源安一线 MCD 纵联电流差动跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#6=6, 6, 源安一线 MCD 纵联电流差动跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#7=7, 7, 源安一线 MCD 纵联电流差动装置故障, Device_Alarm, Normal, Relay_#0
CHNL_INFO_#8=8, 8, 源安一线 P544 纵联电流差动跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#9=9, 9, 源安一线 P544 纵联电流差动跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#10=10, 10, 源安一线 P544 纵联电流差动跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#11=11, 11, 源安一线 P544 纵联电流差动三跳, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#12=12, 12, 源安一线远方直跳动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#13=13, 13, 5081 断路器保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#14=14, 14, 5081 断路器出口跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#15=15, 15, 5081 断路器出口跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#16=16, 16, 5081 断路器出口跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#17=17, 17, 5082 断路器重合闸动作, Relay_Act, Close_Break, Relay_#0
CHNL_INFO_#18=18, 18, 5082 断路器保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#19=19, 19, 5082 断路器出口跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#20=20, 20, 5082 断路器出口跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#21=21, 21, 5082 断路器出口跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#22=22, 22, 5083 断路器重合闸动作, Relay_Act, Close_Break, Relay_#0
CHNL_INFO_#23=23, 23, 5083 断路器保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#24=24, 24, 5083 断路器出口跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#25=25, 25, 5083 断路器出口跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#26=26, 26, 5083 断路器出口跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#27=27, 27, 511 断路器保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#28=28, 28, 511 断路器出口跳 A, Relay_Act, Jump_A, Relay_#0
CHNL_INFO_#29=29, 29, 511 断路器出口跳 B, Relay_Act, Jump_B, Relay_#0
CHNL_INFO_#30=30, 30, 511 断路器出口跳 C, Relay_Act, Jump_C, Relay_#0
CHNL_INFO_#31=31, 31, 一乙母线保护 动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#32=32, 32, 一乙母线保护 II 动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#33=33, 33, 源安一线电抗器纵差 I 保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#34=34, 34, 源安一线电抗器后备 I 保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#35=35, 35, 源安一线电抗器纵差 II 保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#36=36, 36, 源安一线电抗器后备 II 保护动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
CHNL_INFO_#37=37, 37, 源安一线电抗器保护非电量动作, Relay_Act, Jump_ABC, Relay_#0
```

[ZYHD Line_#1]

DEV_ID=7, 源安一线线路电流

SYS_ID=0

OBJECT_TYPE=LINE

LENGTH=274.000(km)

RX=0.0160000008(/km), 0.2730000019(/km), 0.2210000008(/km), 0.7480000257(/km)

```

CG=0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km), 0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km)
MRX=0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km)
REACTOR=NO
TA_CHNS=5, 6, 7, 8
TV_CHNS=17, 18, 19, 20
STATUS_CHNS=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

[ZYHD Line_#2]
DEV_ID=9,511 分段断路器电流
SYS_ID=0
OBJECT_TYPE=BUS_CONNECTION
LENGTH=0.000(km)
RX=0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km)
CG=0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km), 0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km)
MRX=0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km)
REACTOR=NO
TA_CHNS=9, 10, 11, 12
TV_CHNS=1, 2, 3, 4
STATUS_CHNS=27, 28, 29, 30, 31, 32

[ZYHD Line_#3]
DEV_ID=11,源安一线高抗电流
SYS_ID=0
OBJECT_TYPE=LINE
LENGTH=0.030(km)
RX=0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km)
CG=0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km), 0.0000000000( μ f/km), 0.0000000000(S/km)
MRX=0.0000000000( /km), 0.0000000000( /km)
REACTOR=NO
TA_CHNS=13, 14, 15, 16
TV_CHNS=17, 18, 19, 20
STATUS_CHNS=33, 34, 35, 36, 37

[ZYHD Expression]
R1=0.016; X1=0.273;
R0=0.221; X0=0.748;
Ia="5-源安一线线路电流 IA";
Ib="6-源安一线线路电流 IB";
Ic="7-源安一线线路电流 IC";
Ux="19-源安一线线路电压 UC";
Ix=Ic;
Z1=complex(R1,X1);
Z0=complex(R0,X0);
K=(Z0-Z1)/Z1;
Io=(Ia+Ib+Ic)/3;
"rxR"=rxk_r(Io,K,Ux,Ix);

```

```
"rxX"=rxk_x(Io,K,Ux,Ix);
"rxM"=sqrt(rxR*rxR+rxX*rxX);
"rxA"=toAng(atan2(rxX,rxR));
```

导入专用参数配置

点击主菜单的【文件(F) - 导入专用配置参数(L)】菜单，弹出打开文件对话框，选择一个事先导出的“.zcfg”文件，可以将该文件中的专用参数配置信息导入到当前的录波数据中。

设置专用参数自动关联路径

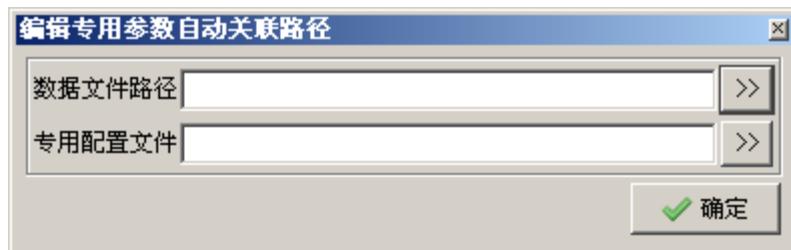
对于同一个录波数据记录装置（如保护或录波器），其配置参数通常在一个较长时期内不会发生改变，为了方便处理同一录波数据记录装置的多次录波，避免重复操作参数输入，减少人为输入出错概率，CAAP2008X 对配置好的补充参数可以单独导出保存，可以手动导入；如果您为每个装置产生的数据分别建立了独立的数据存储目录，那么就可以在 CAAP2008X 中设置专用参数配置文件与数据目录的关联关系，以后再打开这个目录中的数据时，CAAP2008X 会自动关联上指定的参数配置文件并导入配置参数。

点击主菜单的【文件(F) - 设置专用参数自动关联路径(M)】菜单，弹出如【图 9.4.3.1】所示的对话框，在该对话框中可编辑录波数据目录与专用参数配置文件的对应关系表。

点击【添加】或【修改】按钮，均可弹出如【图 9.4.3.2】所示的单个映射关系设置对话框，在该对话框中可指定单个数据目录与专用参数配置文件的对应关系。



【图 9.4.3.1】

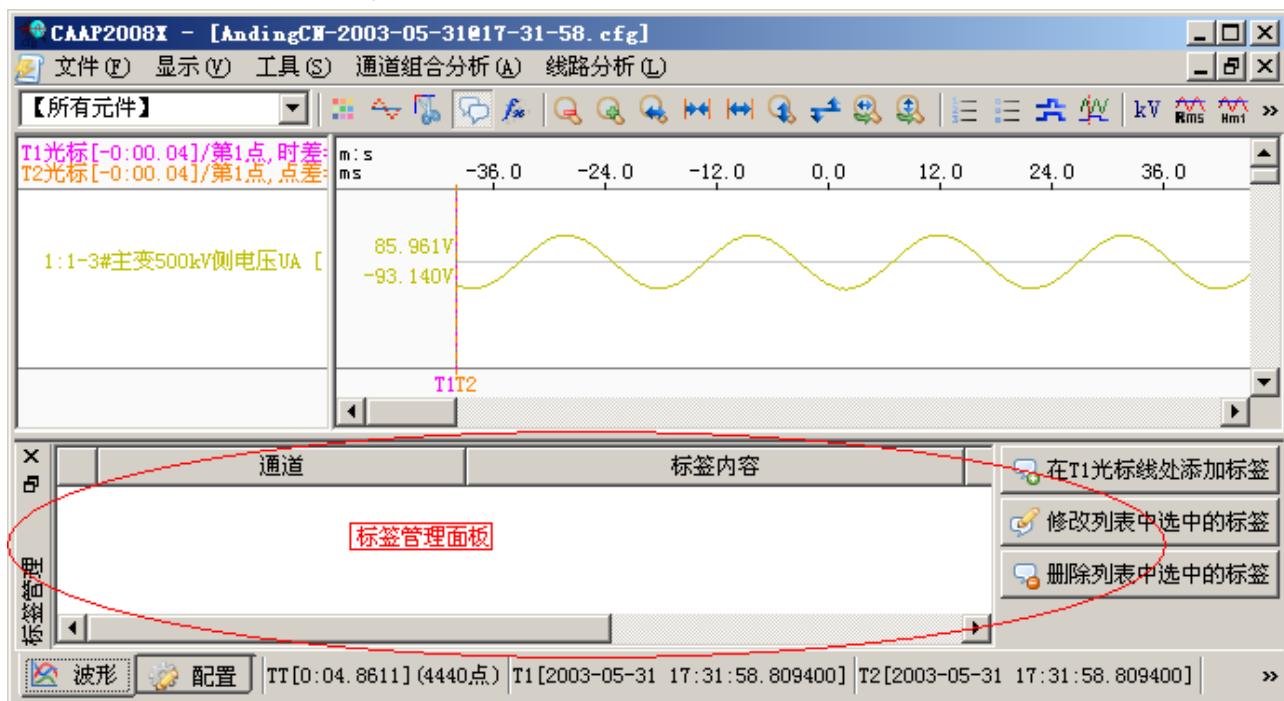


【9.4.3.2】

10. 辅助报告

10.1. 通道标签

选择主菜单的【工具(S) - 添加并管理标签(M)】菜单；或点击工具栏上的【】按钮，均可以进入标签管理面板，如【图 10.1】。



【图 10.1】

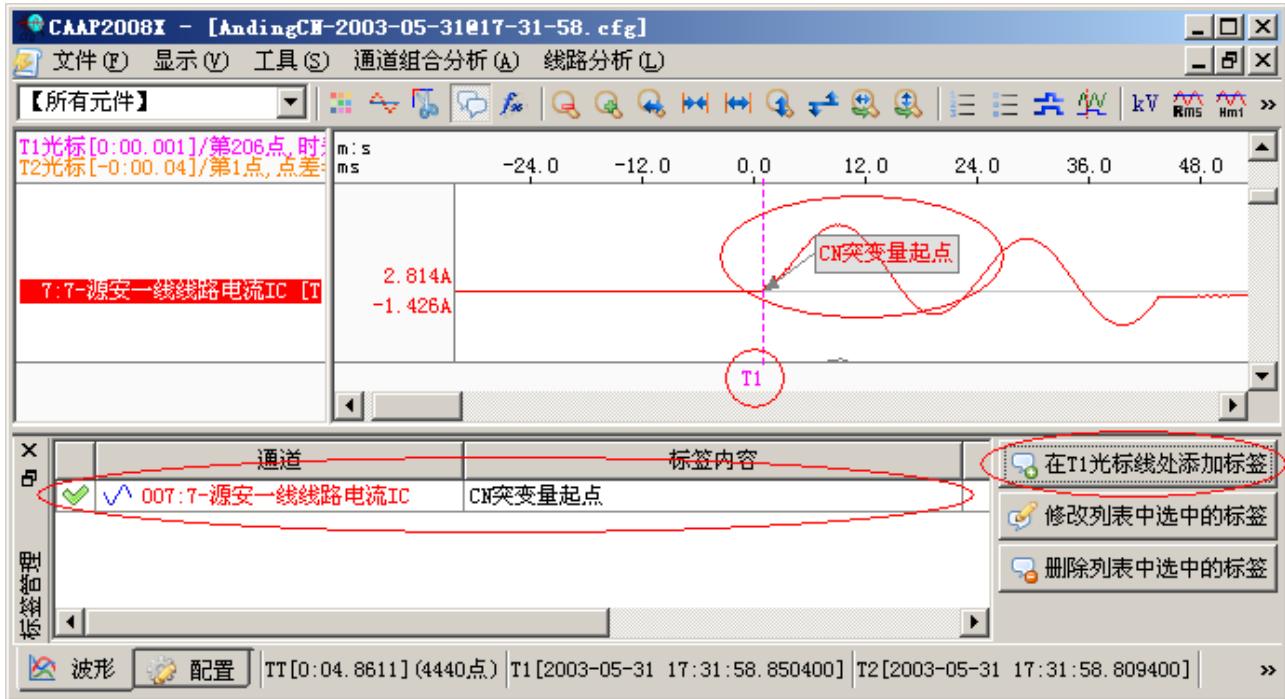
添加标签

首先将 T1 光标定位到需要添加标签的位置，然后点击【图 10.1】中的【在 T1 光标线处添加标签】按钮，会弹出【图 10.1.1a】所示的对话框，在该对话框中选择需要添加标签的通道，输入标注的内容，指定标签的相对位置(0 表示默认位置)，然后点击【确定】按钮，标签信息添加完成，如【图 10.1.1b】所示。

用鼠标左键双击【图 10.1.1b】中标签列表内的一个标签条目，可立即将 T1 光标定位到该标签处。



【图 10.1.1a】



【图 10.1.1b】

修改指定标签

在【图 10.1.1b】的标签列表中，选中一个需要修改的标签后点击【修改列表中选中的标签】按钮，可弹出【图 10.1.1a】所示对话框，在该对话框中可修改该标签的相关信息。

删除指定标签

在【图 10.1.1b】的标签列表中，选中一个需要删除的标签后点击【删除列表中选中的标签】按钮，可将该标签信息删除。

隐藏/显示指定标签

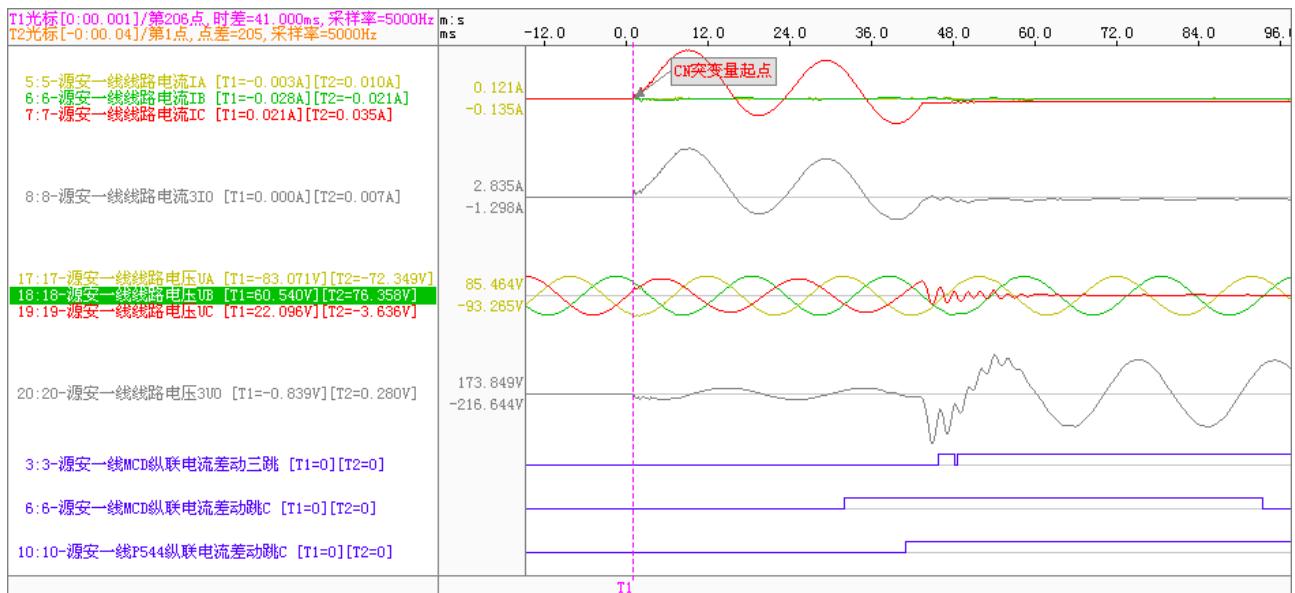
在【图 10.1.1b】的标签列表中，点击第一列的【】或【】图标，可隐藏/显示指定标签。【】状态表示该标签可见，【】表示该标签被隐藏。

10.2. 波形图像剪辑

选择主菜单的【工具(S) - 剪辑波形图像到系统剪贴板(C)】菜单；或点击工具栏上的【】按钮均可进入波形图像剪辑模式。

此时将鼠标移动到波形视区后，鼠标光标会变位【】，在需要剪辑的波形区域的左上角按住鼠标左键不放，然后将鼠标光标移动到需要剪辑的波形区域的右下角再放开鼠标左键，该矩形区域的波形图像就以位图格式保存到系统剪贴板中了，在其他应用程序中（如 Word）可粘贴该图像。

【图 10.2】是一个波形图像剪辑的效果示例。



【图 10.2】

11. 高级文件处理

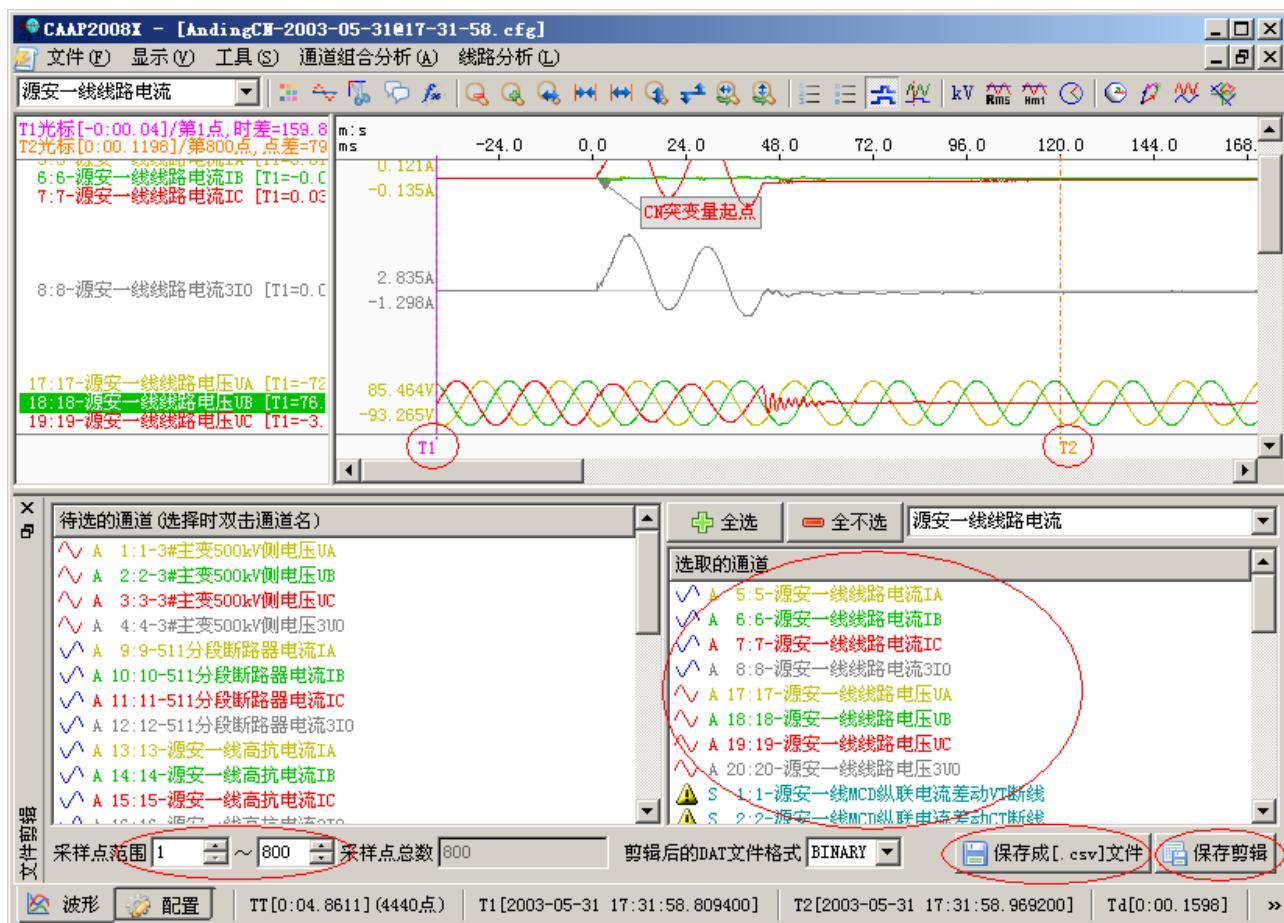
11.1. 文件剪辑

CAAP2008X 可将录波数据文件中的部分通道的指定时段单独保存成一个 COMTRADE 1999 版的文件；还可以保存成“.csv”文本格式的电子表格文件，“.csv”文件可以被“Excel”等电子表格软件打开。

选择主菜单的【文件(F) - 文件剪辑(E)】菜单可以进入文件剪辑操作面板，如【图 11.1a】。

在【图 11.1a】画面中，T1 和 T2 光标用来选取需要剪辑的波形时段；通过点击面板上的“待选的通道”和“选取的通道”列表来挑选需要剪辑的通道；点击【保存成 [.csv] 文件】可将剪辑的波形数据保存成一个通用的电子表格交换文件；点击【保存剪辑】按钮可将剪辑的波形数据保存成新的 COMTRADE 格式文件，COMTRADE 格式的 DAT 文件格式可选“BINARY”或“ASCII”。

【图 11.1b】是一个保存成“.csv”文件的示例；【图 11.1c】是一个保存成新的 COMTRADE 文件的示例。

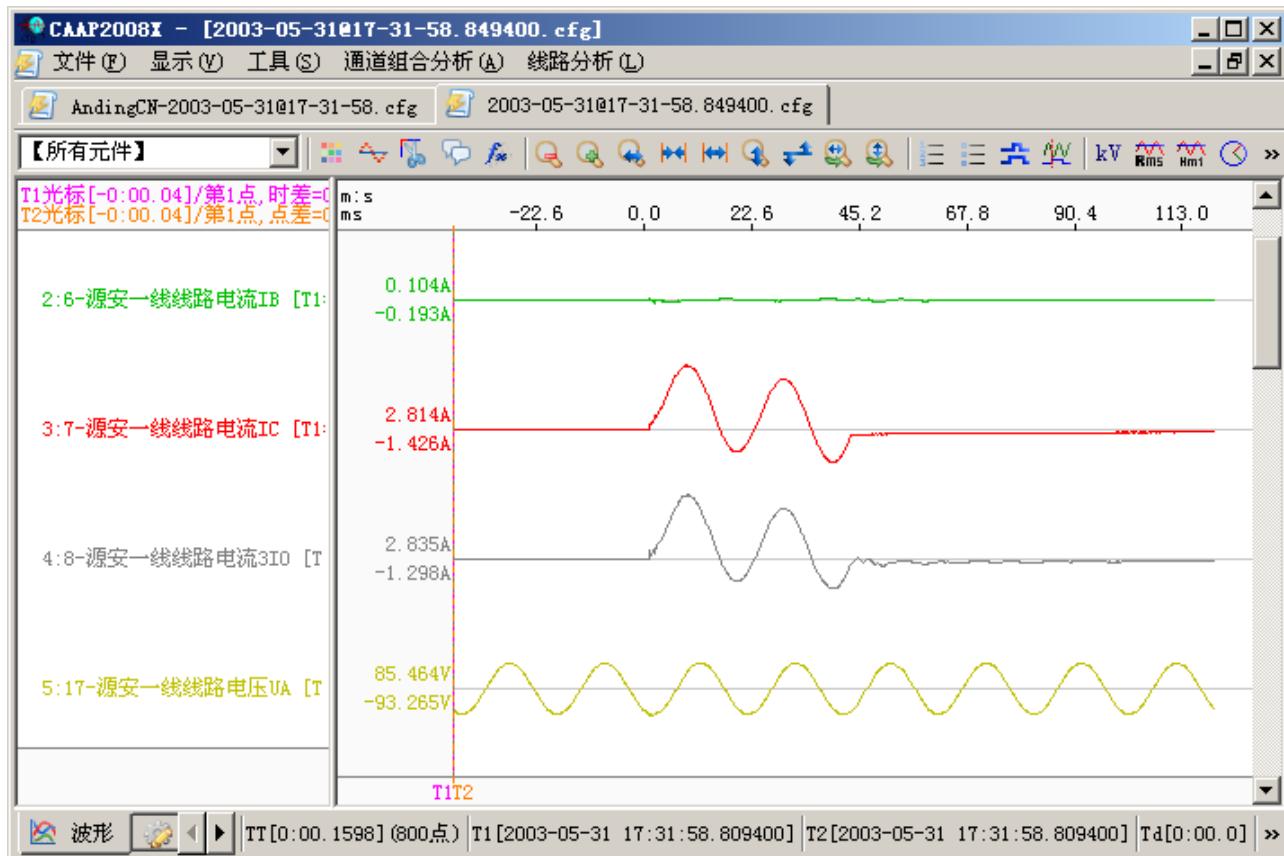


【图 11.1a】

Microsoft Excel - 2003-05-31@17-31-58.849400.csv

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	点号	相对时间(微)	1:5-源安-	2:6-源安-	3:7-源安-	4:8-源安-	5:17-源安-	6:18-源安-	7:19-源安-	8:20-源安-
2	1	-40000	0.010359	-0.020719	0.034531	0.006906	-72.349174	76.358208	-3.636105	0.279
3	2	-39800	0	-0.027625	0.031078	0	-75.177254	73.530128	1.802514	0.15538
4	3	-39600	-0.003453	-0.034531	0.020719	-0.003453	-77.787788	70.391266	7.054666	-0.09323
5	4	-39400	-0.003453	-0.031078	0.027625	-0.003453	-79.807846	67.283485	12.462207	-0.21754
6	5	-39200	0.010359	-0.020719	0.031078	0.006906	-81.579285	63.896004	17.621126	-0.43508
7	6	-39000	0.006906	-0.017265	0.027625	0.006906	-83.03994	60.35313	22.5625	-0.65263
8	7	-38800	0.003453	-0.020719	0.020719	-0.003453	-84.158745	56.250858	27.348484	-0.87017
9	8	-38600	-0.003453	-0.024172	0.013812	-0.006906	-84.687065	52.117508	32.072311	-0.83910
10	9	-38400	0.003453	-0.020719	0.013812	0	-84.687065	47.611225	36.858299	-0.59047
11	10	-38200	0.010359	-0.010359	0.010359	0.003453	-84.407364	42.856316	41.582127	-0.24862
12	11	-38000	0.010359	-0.010359	0.013812	0.003453	-84.065514	37.883865	46.274879	-0.03107
13	12	-37800	0	-0.010359	0	-0.003453	-83.75473	32.600636	50.812241	-0.03107
14	13	-37600	-0.003453	-0.010359	0	-0.006906	-83.008865	27.597107	55.318523	-0.09323
15	14	-37400	0.003453	-0.010359	0	0	-82.07653	22.500343	59.545109	-0.15538
16	15	-37200	0.010359	-0.003453	0	0.003453	-80.83342	17.341425	63.460915	-0.24862
17	16	-37000	0.003453	-0.003453	0	0	-79.341682	12.213584	66.879471	-0.37293
18	17	-36800	-0.003453	-0.006906	-0.006906	-0.006906	-77.352699	6.99251	70.049416	-0.40401
19	18	-36600	0.003453	-0.010359	-0.006906	-0.006906	-74.835396	1.771436	72.908569	-0.21754
20	19	-36400	0.010359	0	0	0	-71.94516	-3.449638	75.581268	0.18646
21	20	-36200	0.010359	0	0	0.003453	-68.961685	-8.670712	78.036415	0.52832
22	21	-36000	0.003453	-0.006906	-0.006906	-0.003453	-65.729591	-13.922865	80.056473	0.83910
23	22	-35800	-0.003453	-0.006906	-0.006906	-0.010359	-62.404266	-18.926394	81.858986	0.99448
24	23	-35600	0.003453	-0.010359	0	-0.003453	-58.706009	-23.867767	83.22641	1.05664

【图 11.1b】



【图 11.1c】

11.2. 文件融合

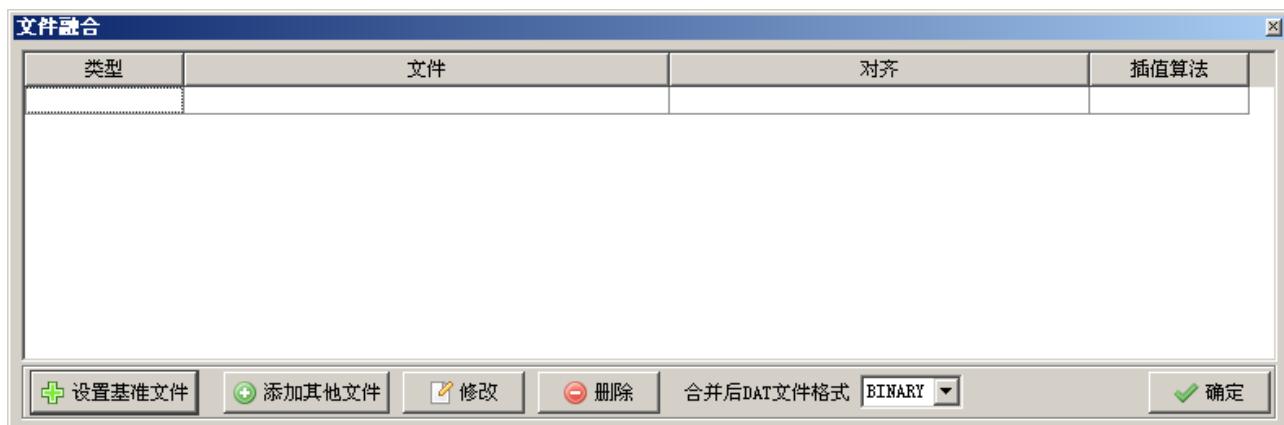
CAAP2008X 可将多个波形文件采用一点对齐方式合并成一个 COMTRADE 1999 格式的波形文件；可以将任何不同采样率和不同采样长度的多个波形文件合并成一个波形文件。

合并时设置一个参考文件，然后对其他每个波形文件单独设置对齐参考点。可对所有需要合并的文件单独选择需要合并的通道。

文件融合时采用优化的插值和抽样算法，对不同采样率的波形合并时可拟合出逼真的波形，仅会引入不超过 5% 的噪声，常规分析时的 DFT 算法可滤除这些噪声。

文件融合操作需要在 CAAP2008X 中同时打开两个以上录波文件。

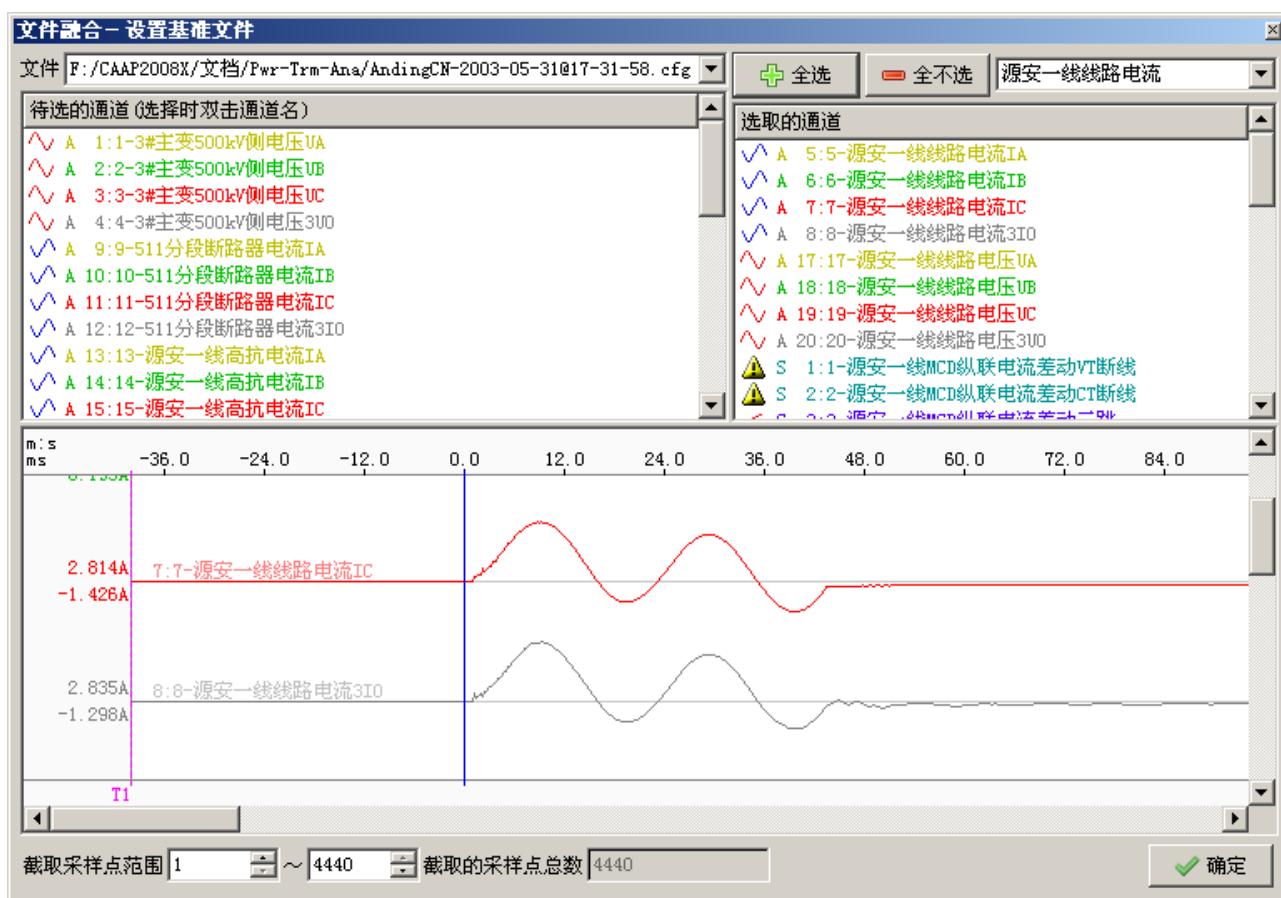
选择主菜单的【文件(F) - 文件融合(C)】菜单可以进入文件剪辑操作面板，如【图 11.2】。



【图 11.2】

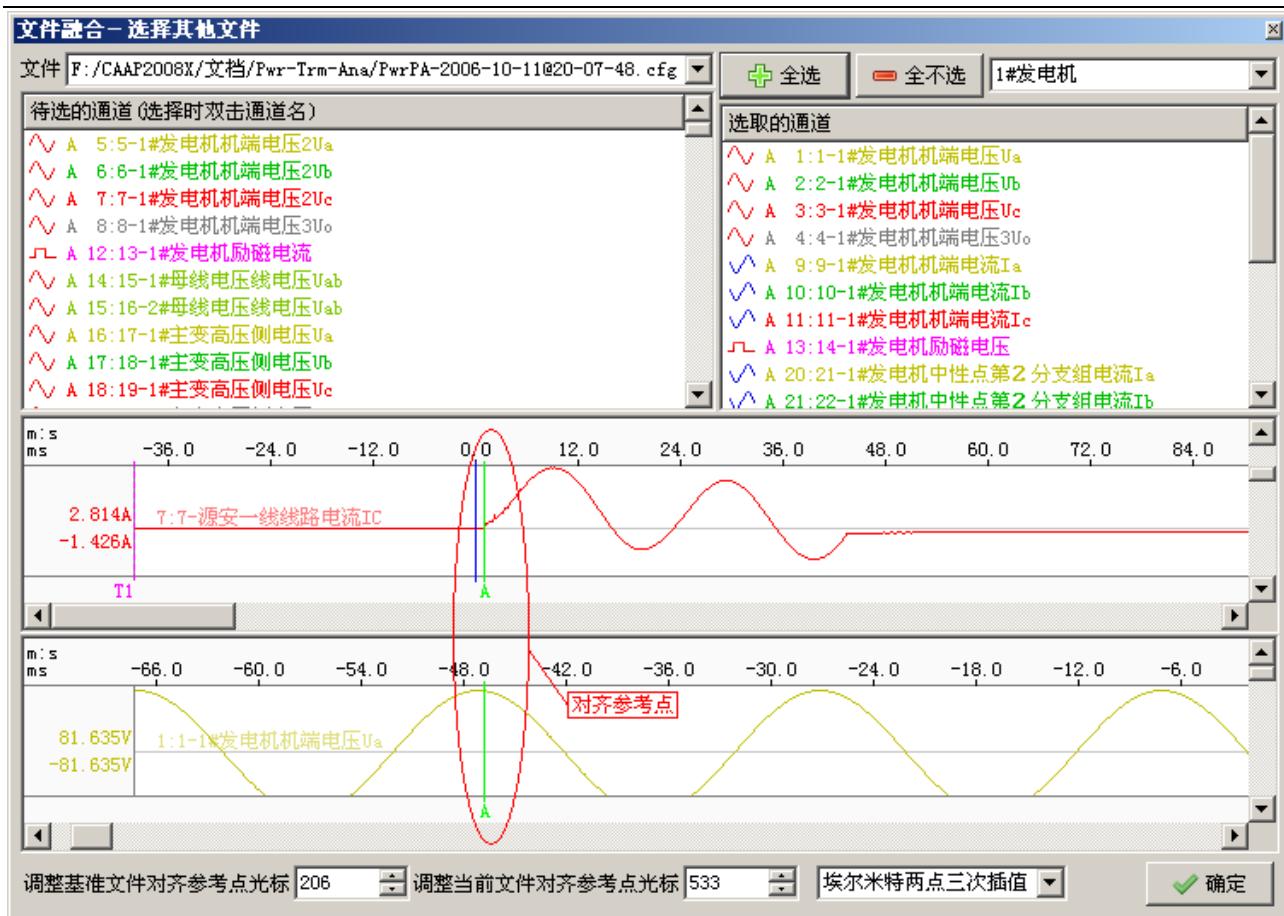
融合操作步骤如下：

设置基准文件：点击【图 11.2】中的【设置基准文件】按钮，弹出【图 11.2.1】所示的对话框，在该对话框中指定基准文件，并选出需要合并到新文件中的通道，指定需要合并到新文件中的时段，然后点击【确定】按钮即可。合并后的文件的采样率和时间轴均以该文件为准。



【图 11.2.1】

添加其他文件：点击【图 11.2】中的【添加其他文件】按钮，弹出【图 11.2.2】所示的对话框，在该对话框中指定一个需要合并的其他文件，选出需要合并的通道，指定该文件与基准文件的对齐参考点，然后点击【确定】按钮即可。【图 11.2.2】提供了对齐参考点的可视化编辑界面，用鼠标点击来定位两个视图的参考光标，可以用键盘的左右键微调，也可以通过输入点号来精确定位光标。可以指定该文件合并时采用的插值拟合算法。



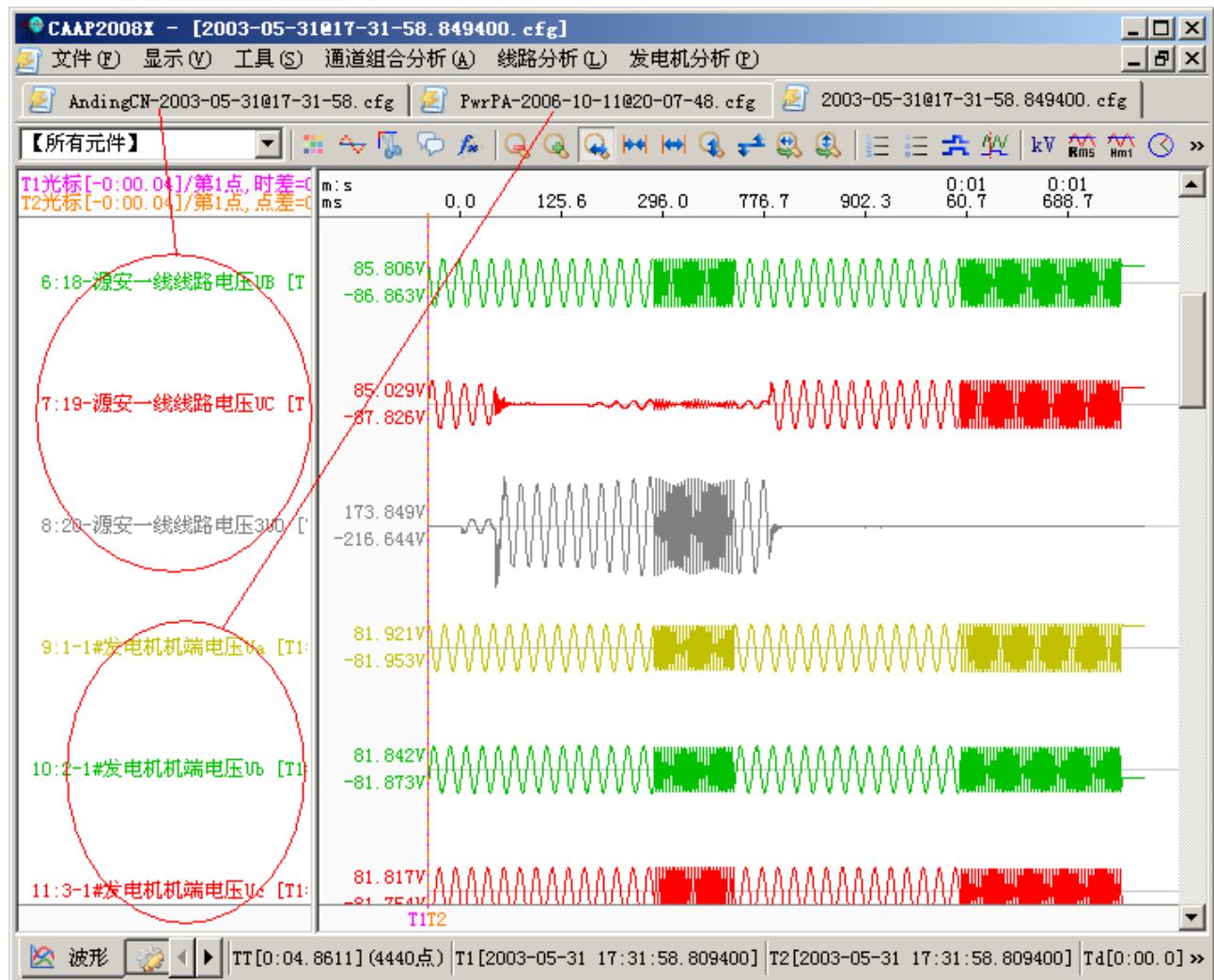
【图 11.2.2】

重复步骤 添加更多的其他文件，如【图 11.2.3】。



【图 11.2.3】

所有需要合并的文件均设置完成后，点击【图 11.2.3】的【确定】按钮，保存融合后的新文件。【图 11.2.4】是一个融合后的新文件示例。



【图 11.2.4】

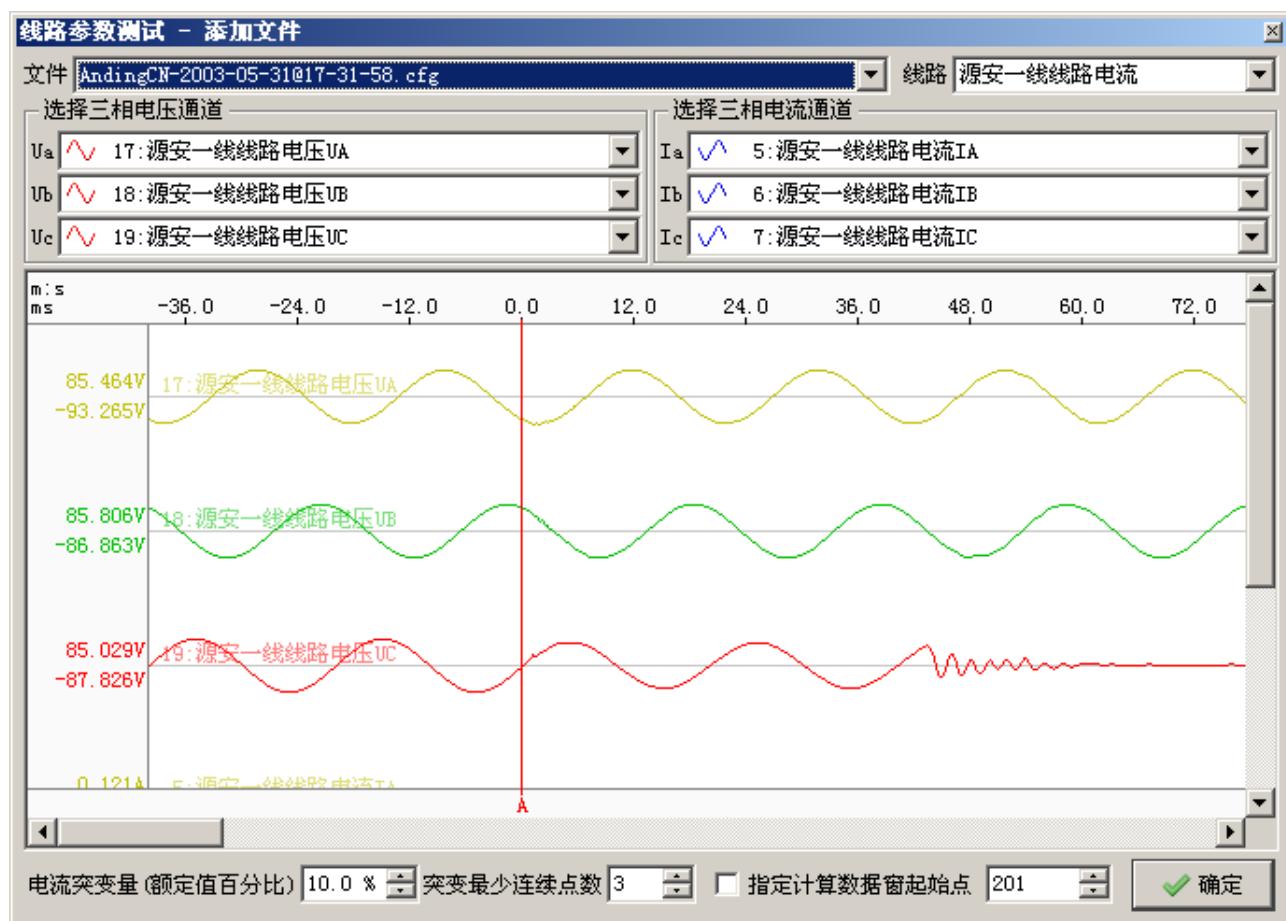
12. 动模试验线路参数测试

CAAP2008X 提供动模试验线路参数测试功能。首先打开测试试验数据文件(可以同时打开多个，在测试计算时如果选择多个文件，将对多次计算结果做平均值处理)，然后选择【工具(T) - 线路参数测试(T)】菜单，进入线路参数测试操作画面，如【图 12.1】。

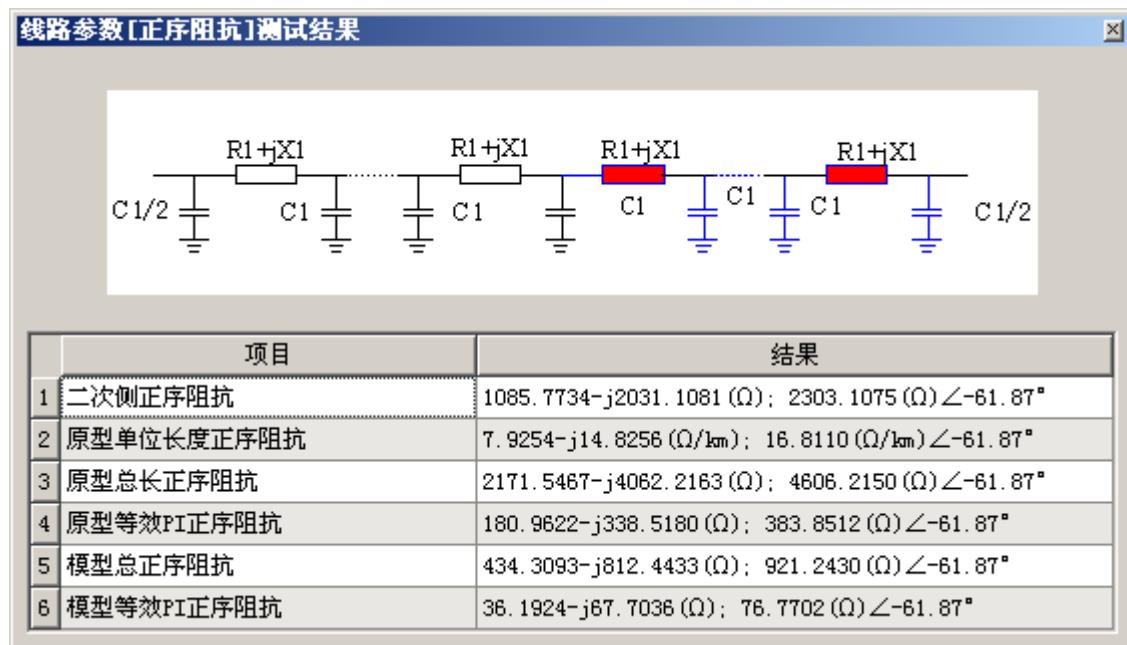


【图 12.1】

在【图 12.1】画面中选择【添加】按钮，添加测试试验时记录的数据文件（已经在 CAAP2008X 中打开了的，如【图 12.2】），设置原型参数和模型参数，然后选择相应的测试按钮，即可显示测试结果报告表（如【图 12.3】）。



【图 12.2】



【图 12.3】

12.1. 正序阻抗测试

在线路末端进行三相短路试验，用录波装置记录短路时三相电压电流波形（可重复多次），然后用 CAAP2008X 打开这些试验数据，在【图 12.1】画面中添加这些数据文件，并设置原型参数和模型参数，然后点击【图 12.1】画面中的【正序阻抗测试】按钮，即可得到类似【图 12.3】的测试结果报表。

12.2. 零序阻抗测试

在线路末端分别进行 A 相接地、B 相接地、C 相接地试验，用录波装置记录短路时三相电压电流波形（可重复多次），然后用 CAAP2008X 打开这些试验数据，在【图 12.1】画面中添加这些数据文件，并设置原型参数和模型参数，然后点击【图 12.1】画面中的【零序阻抗测试】按钮，即可得到类似【图 12.3】的测试结果报表。

12.3. 正序电容测试

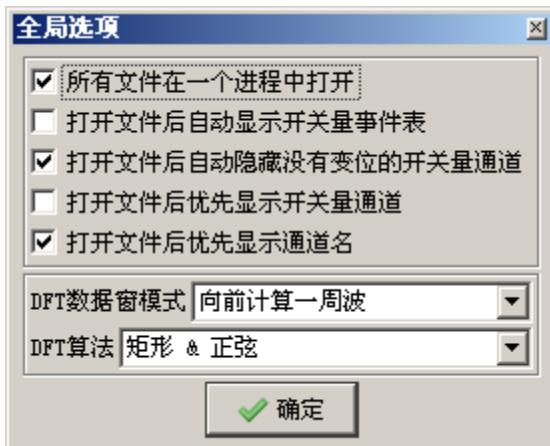
在线路三相空载运行工况下，用录波装置的手动录波记录空载三相电压电流波形（可重复多次），然后用 CAAP2008X 打开这些试验数据，在【图 12.1】画面中添加这些数据文件，并设置原型参数和模型参数，然后点击【图 12.1】画面中的【正序电容测试】按钮，即可得到类似【图 12.3】的测试结果报表。

12.4. 零序电容测试

在线路三相空载运行工况下，用录波装置的手动录波记录空载三相电压电流波形（可重复多次），然后用 CAAP2008X 打开这些试验数据，在【图 12.1】画面中添加这些数据文件，并设置原型参数和模型参数，然后点击【图 12.1】画面中的【零序电容测试】按钮，即可得到类似【图 12.3】的测试结果报表。

附录 A - 全局选项

选择【文件(F) - 选项(T)】菜单，弹出全局选项设置画面，如下图：



编号	选项	说明	默认值
1	所有文件在一个进程中打开	下次打开文件时生效	允许
2	打开文件后自动显示开关量事件表	下次打开文件时生效	禁止
3	打开文件后自动隐藏没有变位的开关量通道	下次打开文件时生效	禁止
4	打开文件后优先显示开关量通道	下次打开文件时生效	禁止
5	打开文件后优先显示通道名	下次打开文件时生效	禁止
6	DFT 数据窗模式	可选向：前计算一周波、向后计算一周波、向两侧各计算半周波。	向前计算一周波
7	DFT 算法	可选：矩形&正弦、矩形&余弦、梯形&正弦、梯形&余弦。	矩形&正弦

附录 B - 快捷键

编号	按键	说明
1	Left	将 T1 光标延时间轴正方向移动一个采样点。
2	Shift+Left	将 T2 光标延时间轴正方向移动一个采样点。
3	Right	将 T1 光标延时间轴负方向移动一个采样点。
4	Shift+Right	将 T2 光标延时间轴负方向移动一个采样点。
5	Home	将 T1 光标移动到波形的第一个采样点。
6	Shift+Home	将 T2 光标移动到波形的第一个采样点。
7	End	将 T1 光标移动到波形的最后一个采样点。
8	Shift+End	将 T2 光标移动到波形的最后一个采样点。
9	T	将当前 T1 光标点作为相对 0 时刻。
10	Ctrl+D	取消用户自定义的相对 0 时刻。
11	S	显示开关量事件表。
12	H	显示谐波分析表格 (含基波有效值和相位信息)。
13	V	显示向量分析面板。
14	Q	显示序量分析面板。
15	+	沿时间轴定比放大。
16	-	沿时间轴定比缩小。
17	F2	沿时间轴压缩显示全图。
18	F3	沿时间轴展开 T1 和 T2 光标区间。
19	F4	切换沿时间轴自由放大控制模式。
20	F5	还原时间轴缩放比例。
21	F6	切换沿通道幅值方向自由缩放模式。
22	F7	还原所有通道幅值方向缩放比例。
23	F8	将所有通道延幅值方向展开。
24	F9	切换离散点显示模式。
25	F10	一次值/二次值切换。
26	F11	真有效值/瞬时值切换。
27	F12	基波有效值/瞬时值切换。
28	A	显示/隐藏相角。

附录 C - 针对 CAAP2000 改进的部分

◆ 打印波形（见第 97 页）

CAAP2000 每次打印都要一个一个的选择通道，如果用户先用打印预览功能观察一下打印效果后，再重新打印，还需要重新选择通道，操作比较繁琐；选择打印区间的操作不太方便；通道缩放的控制功能较少；不能控制幅值方向的打印缩放；不能控制打印数值的方式。

CAAP2008X 可以保留最近的打印通道选择，同时支持按元件快速选择通道的操作方式；打印区间的选择直观方便；打印缩放控制方式有指定比例、压缩到指定页数内、与显示比例一致等；也可以控制幅值方向的缩放方式，包括展开、自适应通道高度、并轴打印等；可以控制打印的数值方式，包括一次、二次值、有效值、瞬时值、相角、最大值等。

◆ 向量分析（见第 39 页）

CAAP2000 不能在分析画面中改变分析通道；CAAP2008X 可以在分析画面中直接更换通道，而不需要退出分析画面再重新进来。

◆ 序量分析（见第 41 页）

CAAP2000 不能在分析画面中改变分析通道；CAAP2008X 可以在分析画面中直接更换通道，而不需要退出分析画面再重新进来。

CAAP2008X 在选择通道时，当修改了 A 相通道时，可自动匹配 B、C 相通道，同时也支持单独选择 B、C 相通道，这样就将绝大多数的操作简化了，而又不失操作的灵活性。

◆ 阻抗分析（见第 43 页）

CAAP2000 不能在分析画面中改变分析通道；CAAP2008X 可以在分析画面中直接更换通道，而不需要退出分析画面再重新进来。

在 CAAP2000 中，当用户进入到分析画面中才发现分析相选错了时，需要退出分析画面，重新选择通道和分析相，由于 CAAP2000 并不记录上次选择的通道，会导致每次选择非第一组电压和第一组电流时都要至少正确点击 7 次鼠标，而 CAAP2008X 只需要点击两次，而且不必退出分析画面。

CAAP2008X 可以整定圆形、四边形、多边形、直线型阻抗边界，并且可以保存和载入边界参数。

CAAP2008X 的阻抗分析还可以用公式编辑器计算出的阻抗的实虚部曲线来绘制阻抗轨迹。

◆ 谐波分析（见第 30 页和第 42 页）

CAAP2000 只有一个谐波分析表格。

CAAP2008X 的谐波分析表格可高亮显示谐波分量较大的项目，便于观察，并可以绘制谐波频谱直方图；CAAP2008X 还可以生成（虚通道方式）谐波曲线，包括成直流分量、基波、任意次谐波（仅受采样率限制）曲线可按有效值方式生成，也可以按实虚部方式生成；CAAP2008X 可以对单个通道分析谐波频谱。

◆ 变压器和发电机过激磁分析（见第 62 页和第 74 页）

CAAP2000 只能用实际的测频通道来计算过激磁，当没有测频通道时，该功能就失效了。

CAAP2008X 除了可以直接用测频通道来计算外，还可直接用电压通道计算出的频率来计算过激磁。

◆ 变压器和发电机差动分析（见第 63、66、69、83、86、89 页）

CAAP2000 不能在分析画面中修改参数，导致参数输入错误时，操作很麻烦；发电机纵差分析不支持发电机中性点的和电流通道参与计算。

CAAP2008X 在分析画面中可动态修改一次元件参数，无需退出分析画面后再重新进来；另外，发电机完全纵差分析还可以用发电机中性点的和电流通道来参与计算。

✧ 发电机失磁、失步分析（见第 76 页和第 79 页）

CAAP2000 不能在分析画面中修改参数，导致参数输入错误时，操作很麻烦。

CAAP2008X 在分析画面中可动态修改一次元件参数，也可以动态切换发电机，无需退出分析画面后重新进来。可在显示轨迹的同时进行播放操作。

CAAP2008X 还增加了一个阻抗最大限制的用户参数，默认值设为 5 倍标么值；用该参数避开由于零流导致的阻抗无穷大使得分析画面显示异常的情况。

✧ 文件融合（见第 139 页）

CAAP2000 只能合并第一个 AB 段采样率相同的两个文件，不支持选择区间和通道合并，并且合并后仅输出第一个 AB 段，后续的 CD 段和再次故障的 ABCD 段均被截断了。

CAAP2008X 可合并任意两个波形文件，对采样率的一致性没有要求，对于不同采样率和不同时段，软件自动以参考文件为基准智能插值和抽样，而且可以选择通道及时段区间来合并。

✧ 公式编辑器（见第 113 页）

CAAP2000 的公式编辑器不支持临时变量；提供的内置函数有限；不支持复数计算。

CAAP2008X 的公式编辑器可支持临时变量；提供了超过 50 个内置常用函数，包括数学类、基波分析类、谐波分析类、序分量分析类、功率分析类、阻抗分析类、频率分析类、滤波类等；其中功率分析类和阻抗分析类函数支持变参；可支持复数计算；可支持注释信息；可人工干预结果虚通道的类型、变比等参数。

✧ COMTRADE 格式兼容性

CAAP2000 对部分特殊的 COMTRADE 格式不兼容，而且容错能力较弱。

CAAP2008X 可完全兼容 COMTRADE1999 和 COMTRADE1991 的标准要求，包括自由采样率等特殊情况的数据格式。可以检查数据是否满足标准要求。可以支持特高采样率的数据（如 1MHz 以上的）。

CAAP2008X 优先使用.inf 中的 ZYHD 专用部分配置参数；如果.inf 中没有 ZYHD 专用部分信息，则检查是否有.ext 文件，如果有则使用.ext 文件中的配置信息；对于即没有.inf 中的 ZYHD 专用配置，也没有.ext 文件的数据，则使用.cfg 中的配置信息。

CAAP2008X 可完全兼容所有版本的.ext 文件，可完全识别和利用.cfg 和.inf 中公用部分的标准定义。

✧ 内存管理

CAAP2000 没有对内存进行优化，运行时分配了很多零碎内存，分配和回收效率低。

CAAP2008X 采用块内存分配方案，运行时几乎不需要分配零碎内存，提高了运行效率。

✧ 按元件选择显示通道（见第 15 页）

CAAP2000 只能按线路选择通道。

CAAP2008X 可按元件快速挑选显示的通道，隐藏无关通道。元件可以是线路、变压器、发电机和励磁机，还可以是用户自由定义的任意通道组合。

✧ 编辑波形显示方式（见第 7 页）

CAAP2000 的纵向展开、离散点等只能所有通道一起操作；CAAP2008X 可对指定的通道单独操作，也可以所有通道一起操作。

在 CAAP2000 中改变了通道排放位置后，还原操作不方便，CAAP2008X 改进了这个操作。

在 CAAP2000 中要同轴显示两个不在同一屏幕范围内的通道时，操作不方便，CAAP2008X 改进了这个操作。

附录 D - 比 CAAP2000 新增的功能

◆ 动态菜单

CAAP2008X 可以根据.inf 文件或用户动态编辑的一次元件信息动态变化菜单，当配置有线路参数时（或用户在线编辑中增加了线路），会显示线路分析的相关菜单，否则这些菜单自动隐藏；对于变压器和发电机也有同样的处理。

◆ 开关量变位突出显示

CAAP2008X 对于有变位的开关量用高亮色彩显示，与没变位的开关量可一目了然的区分开。

◆ 隐藏无关通道

在 CAAP2008X 的所有分析画面（如向量、序量、阻抗、非周期分量、所有差动、失磁、失步、运行极限等）活动时，均可以快速隐藏与该分析操作无关的通道。

◆ 通道及一次元件参数编辑（见第 123 页）

CAAP2008X 具有在线编辑通道参数（包括变比、类型等）功能；具有在线编辑一次元件（包括线路、变压器、发电机、励磁机等）的各种参数功能；并可以将修改保存到.inf 文件中。

◆ 专用配置文件的导出、导入和自动匹配（见第 130 页）

CAAP2008X 可以将专用的配置参数（包括通道参数和一次元件参数）保存成独立的专用参数配置文件（.zcfg），在需要时可以导入该参数文件，并可以设置专用参数文件与数据目录的匹配关系，程序可根据配置自动匹配。

该功能对于处理第三方厂家的 COMTRADE 格式数据非常方便。当第一次打开第三方厂家的数据时，可以人工配置不完整的通道参数和一次元件参数，然后将其保存为专用配置文件，下次在打开该厂家的与此配置一致的数据时（如同一台装置产生的数据），可以人工导入该专用参数配置文件，就不需要再次配置通道和一次元件参数了；如果该装置的数据均集中放在一个固定的目录中，就可以配置专用参数文件和数据目录的匹配关系，下次再打开该目录中的数据时，程序可以自动导入专用参数配置文件。

该功能在子站系统中更有实用价值。

◆ 母差分析（见第 49 页）

CAAP2008X 增加了基本的母差分析功能，最多可计算 32 个电流分支的母差，可显示两折线制动和三折线制动。

◆ 发变组纵差分析（见第 93 页）

CAAP2008X 增加了发变组纵差分析功能，最多可计算 9 个分支电流的差动（主变高压侧 2 分支、主变中压侧 2 分支、主变低压侧 2 分支、发电机中性点 3 分支组），可利用发电机中性点和电流计算。

◆ 发电机运行极限图分析（见第 81 页）

CAAP2008X 增加了发电机运行极限图分析功能，可显示指定点的 P-Q 关系，也可以显示指定数据区间的 P-Q 关系变化轨迹。

◆ 软件计算频率虚通道（见第 38 页和第 39 页）

CAAP2008X 增加了计算交流通道的频率功能，并可生成频率曲线虚通道。

◆ 文件剪辑（见第 137 页）

CAAP2008X 可将指定的部分通道和时间区间的剪辑波形保存成新的 COMTRADE 文件或与 EXCEL
武汉中元华电科技股份有限公司 武汉中元华电软件有限公司

兼容 CSV 文件。

✧ 衍生虚通道（见第 33 页）

CAAP2008X 新增了快速衍生虚通道功能，对于 CAAP2000 中只能通过公式编辑器产生的常用虚通道，可以不用编辑公式快速直接产生，这些虚通道包括：突变量（3 中算法）、直流分量、谐波（有效值、实虚部）、海明窗滤波、一点差分滤波、信号频率、基波频率等。

✧ 开关量变位事件清单（见第 53 页）

CAAP2008X 新增了开关量变位事件清单表格，该表格列出了所有开关量变位事件的序列，并且可以人工指定时间参考点，可以快速定位到变位点和变位通道。

✧ X-Y 自定义平面分析（见第 54 页）

CAAP2008X 新增了 X-Y 自定义平面分析功能，该功能可由用户任意指定两个通道做为笛卡尔坐标的 X 轴和 Y 轴，绘制在一个平面中观察两个通道的变化关系。

✧ 背景配色方案（见第 9 页）

CAAP2008X 新增了 3 种背景配色方案，可快速切换：黑色背景对比度高，适合屏幕浏览；白色背景适合抓图来制作文档和报告；灰色背景适合某些灯光环境下的投影显示。