

版本信息

版本名称	版本号	出版日期	备注
第一版	R1.0	2014年11月	本文档版本号

本手册是北京博电新力电气股份有限公司的出版物。任何形式的复制均需征得北京博电新力电气股份有限公司的同意。

本手册只代表出版时的技术动态。手册中的产品信息、说明以及所有技术数据均不具有合同约束力。北京博电新力电气股份有限公司保留随时对技术、配置进行修改而不另行通知的权利。北京博电新力电气股份有限公司对本手册中可能发生的错误不承担责任。

本公司保留对此说明书修改的权利，届时恕不另行通知。产品与说明书不符之处，以实际产品为准。

1. 概述

目前在智能变电站中现场对继电保护系统的测试还是以单间隔为主，在现场并不进行跨间隔调试，只有在出厂集中调试和实验室中进行跨间隔的调试。而在现场如变压器差动保护、母线差动保护及备用电源自投装置必须进行跨间隔试验，保护装置的分布式安装设计给调试工作带来了不便。

PA30K 跨间隔测试系统基于智能变电站的分布式布局考虑，将试验设备分别布置在输入式合并单元前端，多个仿真输出组件在不同间隔安装的合并单元前同时施加模拟量，无需外接对时信号，保证多个仿真输出组件同步输出，并接受开关节点或 GOOSE 信息形成闭环，使用仿真测试平台远距离光纤信号控制，模拟现场实际工况进行实时仿真测试，反应现场运行情况，对现场设备进行调试，解决现场测试问题。

2. 技术参数

1) 仿真测试主机

- ◆ 安装电磁暂态仿真计算软件
- ◆ 安装实时进程控制软件
- ◆ 重量：7kg
- ◆ 尺寸：400（L）X292（H）X210（W）mm
- ◆ 功能：提供仿真测试所需的硬件平台，采用高性能计算架构
- ◆ 性能参数：
 - 环境温度：0℃—50℃
 - 相对湿度：20%RH~80%RH
 - 冲击：15g
 - 振动：1.25g@10-100Hz
 - PCI 总线插槽数：3
 - 显示器：可翻动高亮度 14.1” 液晶显示器，分辨率：1024 X768
 - CPU：4 核处理器
 - 内存：2G 以上
 - 硬盘：250G 以上
 - 键盘：键盘、鼠标一体连接，超大感应面的触控板
 - 电源：350w ATX 工业电源

2) 高速光纤通讯及信号转换系统

采用 PCI 总线扩展方式和仿真主机相连，负责将仿真主机产生的一次系统电压、电流及各种开关状态实时送到就地的信号转换卡中。

具体技术指标如下：

- 定时精度小于 1 微秒；
- 完全可控的底层操作系统；
- 实时的通讯协议和完全可控的通讯数据流；
- 通讯的有效距离足够远，2 公里以内保证信号的传输精度和速度。
- 总线接口：PCI 系列总线
- 光纤口数量：3
- 光纤口带宽不低于 155Mbps
- 光纤口中心波长：多模，1310 纳米
- 光纤口物理接口类型：SC 型
- 可以接收并解析 3 路 GOOSE 信号

3) 就地信号转换系统

- 8 路 16 位分辨率 D/A 输出(同一公共端)
- 最大输出电压：±10V
- 最大输出电流：10mA
- 输出阻抗：约 200 Ω
- 8 路开入量，共公共端的开入量有+5V 隔离电源，隔离电压大于 500VDC
- 开入量可输入空接点或电平
- 输入特性：空接点：0 Ω~500 Ω
- 电平输入：DC15V~250V(公共端接低电平)，驱动电流小于 3mA。
- 反向输入保护，反向限流 80mA，电平输入端保护

4) 仿真功率放大器部分

1、电流输出

1.1 额定输出电流： 3 相 5A 正弦波有效值

1.2 最大输出电流： 3 相 30A 正弦波有效值

- 1.3 最大输入电压信号：±8.4Vpp（6V 正弦波有效值）
- 1.4 增益特性（输出电流与输入信号关系）：5A/V
- 1.5 电流放大器为直耦放大器，频率范围：DC-5KHz ±1dB
- 1.6 输入端为高抗干扰差分电路，输入阻抗>10kΩ
- 1.7 输入信号与输出电流的非线性误差小于 0.2%（0.2A-30A），
- 1.8 电流放大器输出电流总谐波畸变率小于 0.2%
- 1.9 电流放大器阶跃响应小于 50 μS
- 1.10 电流放大器最大输出功率 300VA/相（30A 正弦波有效值输出时）

2、电压输出

- 2.1 额定输出电压：4相 57.74V 正弦波有效值
- 2.2 最大输出电压：4相 120V 正弦波有效值
- 2.3 最大输入电压信号：±8.4Vpp（6V 正弦波有效值）
- 2.4 增益特性（输出电压与输入电压的关系）：20V/V
- 2.5 电压放大器为直耦放大器，频率范围：DC-5KHz±1dB
- 2.6 输入端为高抗干扰差分电路，输入阻抗>10kΩ
- 2.7 输入信号与输出电压的非线性误差小于 0.2%（2V-120V 输出电压）
- 2.8 电压放大器输出电压的总谐波畸变率小于 0.2%（2V-120V 输出电压）
- 2.9 电压放大器阶跃响应小于 50 μS
- 2.10 电压放大器最大输出功率大于 60VA

3、相位准确性

- 3.1 三路电流之间、四路电压之间相位误差 50Hz 时< 0.2°
- 3.2 电压与电流之间相位误差 50Hz 时< 0.2°

3. 系统构成

1) 测试主机外观



测试主机性能指标描述:

- ◆ 外形尺寸：400X292X210mm
- ◆ 重量：10Kg
- ◆ 环境温度：0℃—50℃
- ◆ 相对湿度：20%RH~80%RH
- ◆ 冲击：15g
- ◆ 振动：1.25g@10-100Hz
- ◆ 显示器：可翻动高亮度15”液晶显示器,翻动角度：45度
- ◆ CPU：INTEL Q8400
- ◆ 内存：2G
- ◆ 硬盘：500G
- ◆ 主板：INTEL G45
- ◆ 键盘：键盘、鼠标一体连接，超大感应面触控板
- ◆ 电源：450w 高效电源

2) 高速通信卡的结构和外观设计

采用测试主机加高速通讯卡的技术方案，通讯卡采用高速数字信号处理器（Digital Signal Processing，简称 DSP），因此，测试主机加通讯卡构成了测试系统的多处理器体系结构。

采用这种多处理器并行处理方式，仿真计算、数据打包解包和通信工作同时进行，并由通讯卡负责仿真计算和输入输出之间的协调同步。在每个仿真步长点，测试主机只需将采样数值等数据写到通讯卡中，并把反馈报文数据从通讯卡中取回来。通信工作几乎不占用测试主机 CPU 的资源，从而极大地降低了测试主机的仿真步长，提高了测试主机对数据打包解包的速度。

通讯卡的具体技术指标如下：

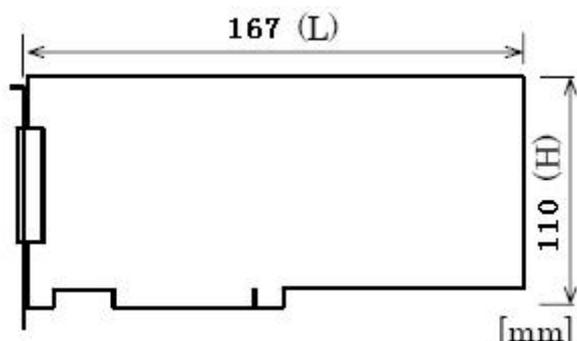
- 定时精度小于 1 微秒；
- 完全可控的底层操作系统；
- 实时的通讯协议和完全可控的通讯数据流；
- 通讯的有效距离足够远，60 公里以内保证信号的传输精度和速度。
- 总线接口：PCI 或 PCI-X 总线
- 光纤口数量：3
- 光纤口带宽不低于 155Mbps
- 光纤口中心波长：多模，1310 纳米
- 光纤口物理接口类型：SC 型



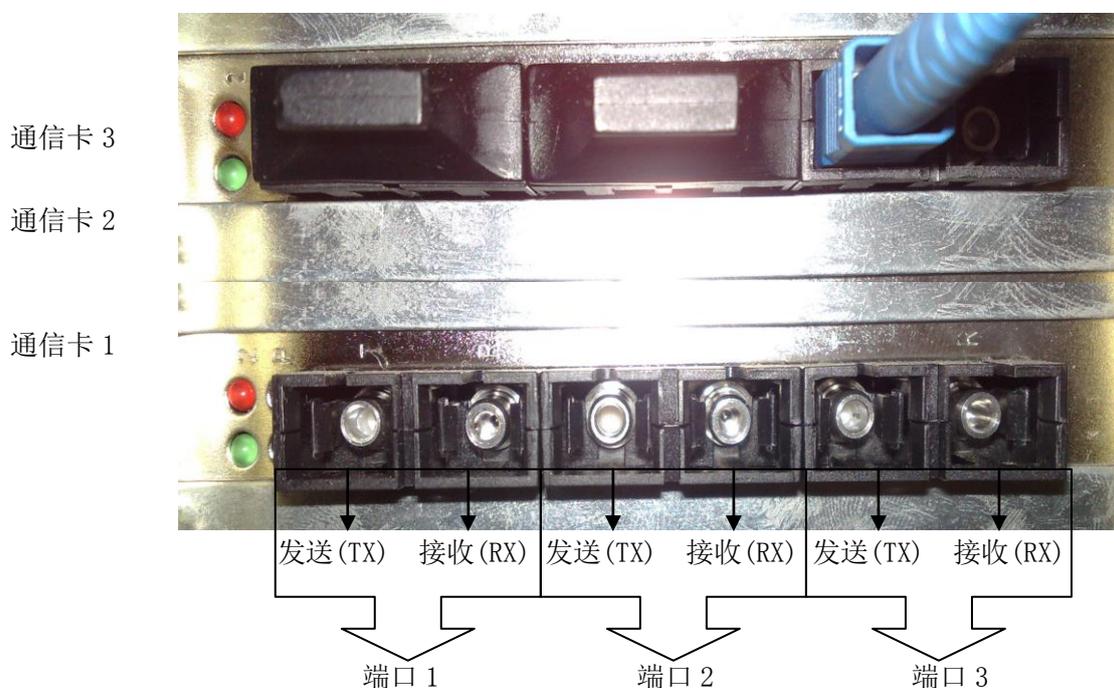
- 外观



- 尺寸：167 (L) X110 (H)



在测试主机的侧面即为光纤通信卡，用来和功率放大器的智能插件进行通信。如下图：



3) 数字仿真部分

数字仿真系统是以数字化电力系统模型为基础，基于微机开放式的体系结构和自主开发的全中文图形化电力系统仿真软件，可以模拟电力系统的电磁暂态过程。

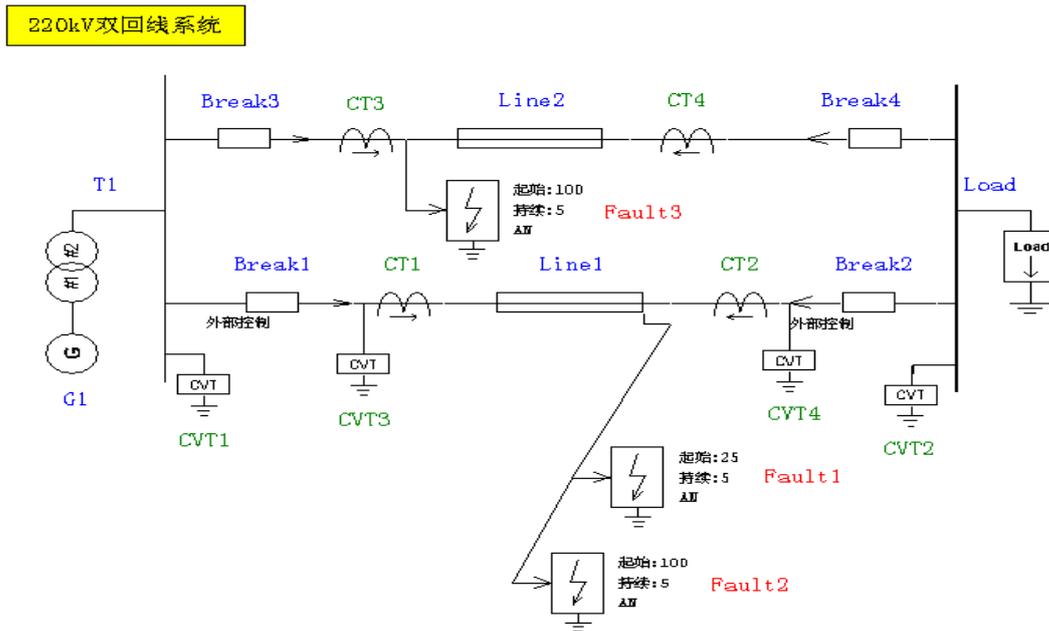
电磁暂态仿真采用瞬时值进行计算，电机用经典派克方程描述，网络用微分方程描述，可计算电力系统所有的机电和电磁暂态问题，包括不对称和非线性的情况。在电磁暂态仿真中，可模拟系统任意组合下的运行状况，包括各种短路故障和断线故障，以及

多重故障等。仿真系统中包括丰富的电力系统元件模型，如发电机、励磁机及励磁调节装置、调速器、电动机、变压器、负荷、断路器、输电线、电抗器、串补元件等，能够根据系统实际接线结构、元件参数对一次系统的运行情况进行准确的计算，输出与系统实际相同的电压、电流波形。

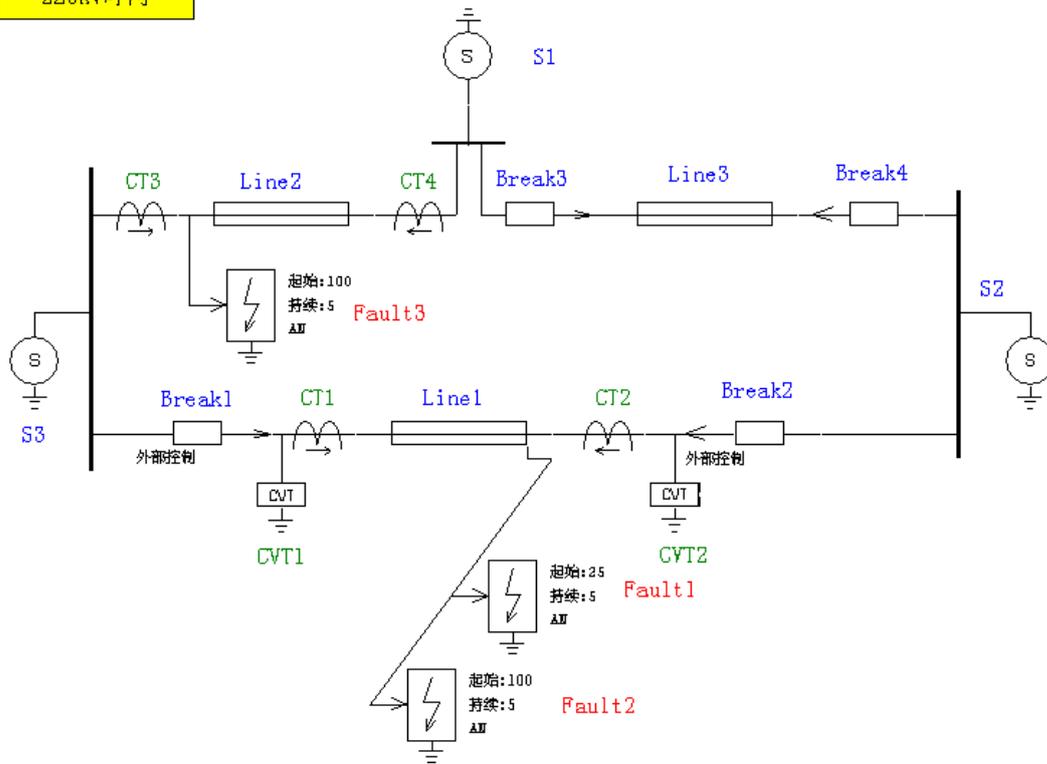
实验方案中的典型系统结构和系统参数的模拟方法和技术性能均满足 SD 286-88 标准的要求，模拟系统中各元件的参数指标也与 SD 286-88 标准的基本要求相符。

- 除提供缺省参数外，用户还可自定义系统参数；
- 在每个系统中用户可自定义故障点位置及故障性质，可以模拟被保护元件的区内、区外金属性故障、带电阻故障、转换性故障、跨线故障以及振荡中故障等各种故障情况，对继电保护装置进行测试。

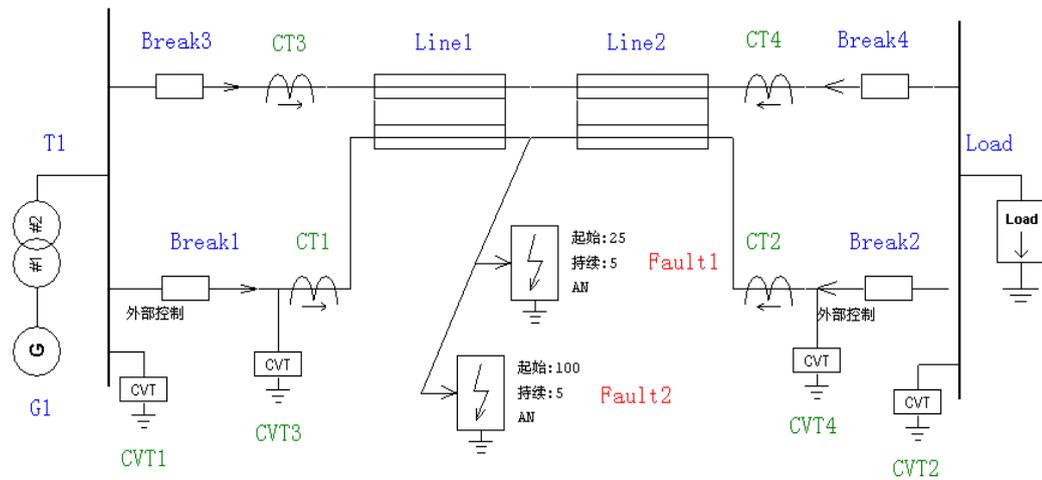
下面是几种典型系统的结构示例：

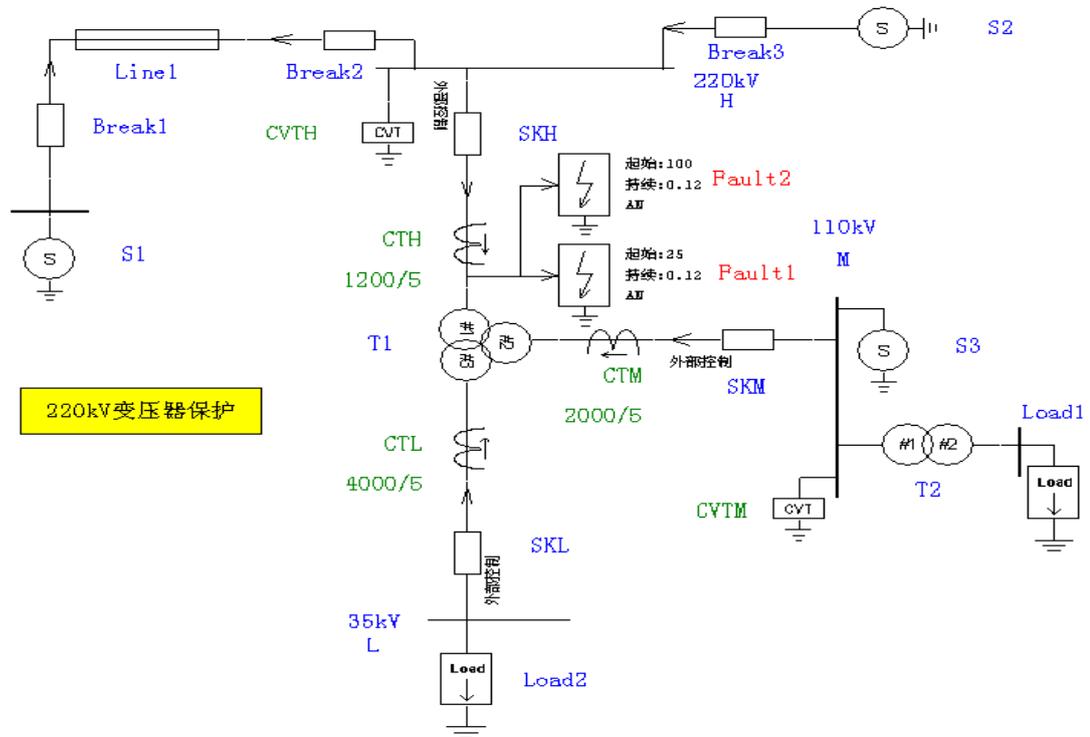
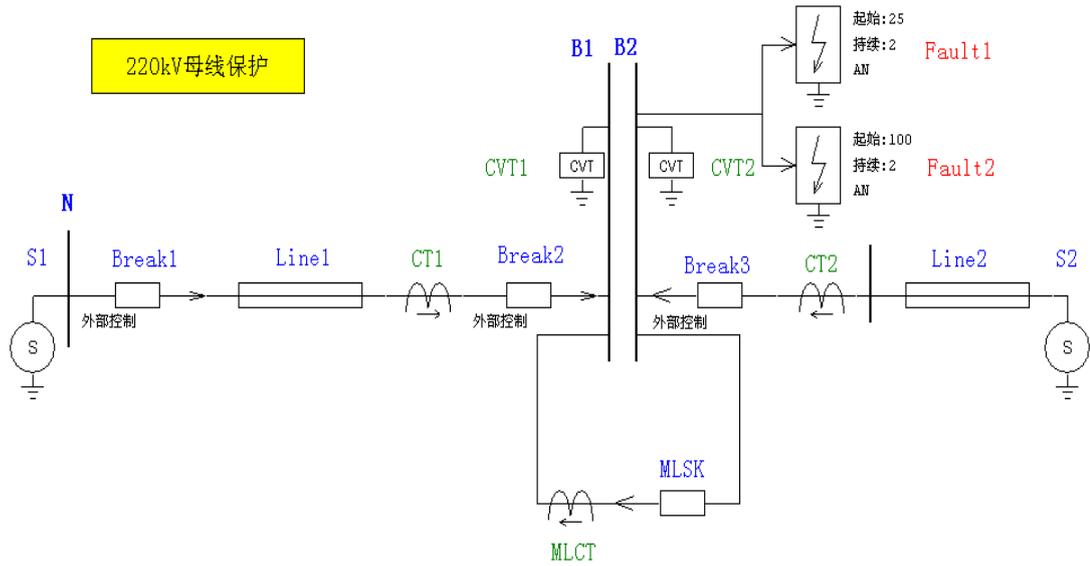


220kV环网



220kV同塔双回线系统





用户通过选择系统结构、设置元件参数、故障参数、故障类型可进行如下试验项目：

- 暂态超越实验

在被保护线路末端模拟单相接地、两相接地、两相短路、三相短路和三相短路接地故障，距离保护的暂态超越不应大于 5%。

- 区内金属性故障

在保护线路出口、中点、末端各点模拟单相接地、两相接地、三相短路和三相短路接地故障。各种故障分别模拟瞬时故障和永久故障。

- 区外故障

在相邻线路两端模拟单相接地、两相接地、三相短路和三相短路接地故障。各种故障均模拟瞬时故障。

- 转换性故障

在被保护线路内部的同一故障点模拟经不同时限的转换性故障；在被保护线路与相邻线路之间模拟相近故障点之间的异名相转换性故障；在被保护线路与相邻线路之间模拟跨线相间故障。

- 经电阻接地故障

在被保护线路内部两端及中点模拟各种带电阻的单一故障；在相邻线路模拟各种带电阻的单一故障。单相接地故障过渡电阻为 $0\sim 300\ \Omega$ ，相间故障电阻为 $0\sim 100\ \Omega$

- 手合到故障

系统为单侧电源，分别模拟被保护线路在出口、中点和末端三相接地状态下合上断路器。

- 系统振荡及振荡中再发生故障

线路全相运行，系统因故障而发生动稳破坏；在振荡过程中模拟被保护线路区内和区外各种短路故障

系统双回线重载运行，因相邻线路发生非全相运行而引起系统非全相振荡，在振荡过程中模拟被保护线路区内和区外各种短路故障

系统双回线运行，因本线路一侧断路器一相断开而引起系统非全相振荡，在振荡过程中模拟被保护线路区内和区外各种短路故障。

- 变压器空投试验

- 变压器故障试验

- 母线故障

4) 仿真输出组件

是由可适应各种容性、感性的高性能线性放大器构成的，位于模拟量合并单元前主要把从仿真测试主机接收到的光信号转换为模拟小信号，再把模拟小信号做放大处理。输出符合二次接入要求的 100V 电压、5A 或 1A 电流量给现场合并单元。

1. 电流放大器功能特点

基本原理

电流功率放大器是针对电力系统 CT 特点专门研发的高精度、大电流、快速响应、线性电流功率放大器，由以下几个主要部分构成：

- 1) 高速差分放大器输入回路；
- 2) 电流功率放大器模块；
- 3) 检测及报警电路，每路放大器均有输出失真检测电路；
- 4) 保护电路，在放大器温度过高时关断放大器，待温度降低后自动恢复工作；
- 5) 风冷，放大器温度较低时，风机工作在低风速下，这样有利于延长风机寿命，降低工作噪声；

功能

- 1) 差分输入电路减少其共模噪声的影响，使放大器与信号源可长线连接，并减少各放大器在输出大电流时的相互影响，保证仿真装置的工作安全；
- 2) 当电流输出开路或波形失真时，前面板电流开路报警灯亮；
- 3) 暂停控制，前面板暂停按钮可切断放大器信号输入，按下暂停按钮，关闭放大器输出；
- 4) 过热保护动作时放大器的输入将断开，同时前面板过热报警灯亮；

2. 电压放大器功能特点

基本原理

电压功率放大器是针对电力系统 PT 特点专门研发的高精度、高电压快速响应、线性电压功率放大器。由以下几个主要部分构成：

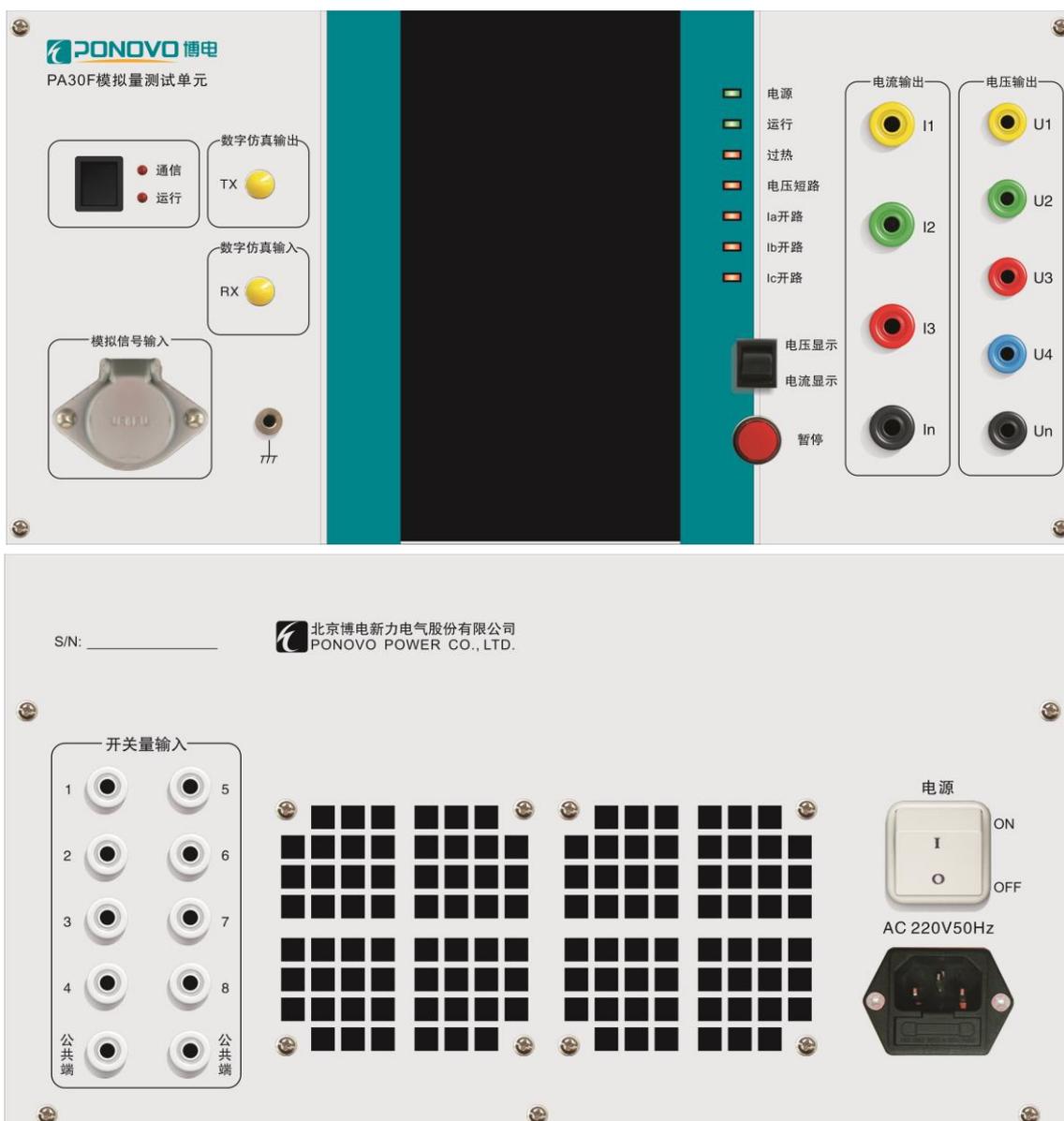
- 1) 高速差分放大器输入回路；
- 2) 高性能电压功率放大器模块；
- 3) 失真检测及报警电路，每路放大器均有过载或输出失真检测电路，过载或短路消失后，自动恢复工作状态；
- 4) 温度保护电路在放大器达到危险温度时，及时关断放大器，待温度降低后自动恢复工作；
- 5) 温控风冷，放大器温度较低时，风机工作在低风速下，这样有利于延长风机寿命，降低工作噪声。

功能

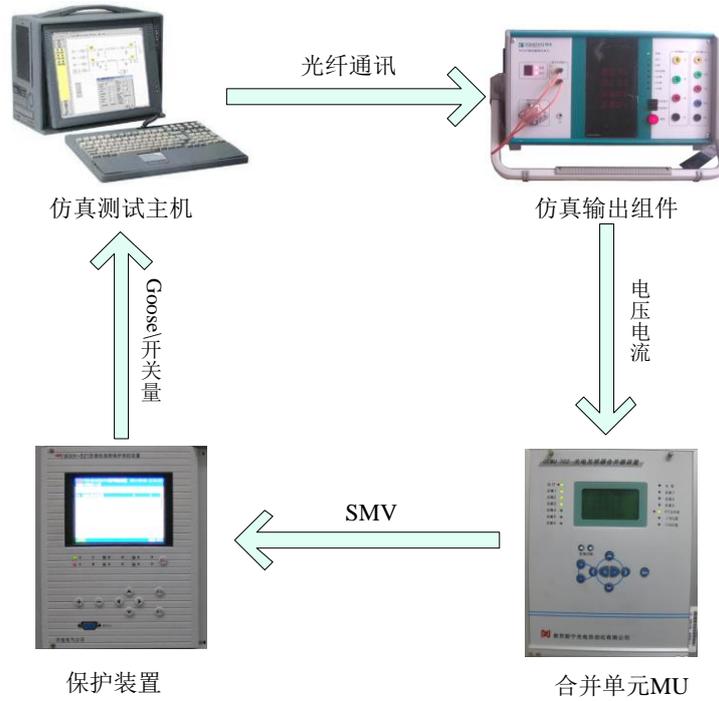
- 1) 差分输入回路，减少其共模噪声的影响，使放大器与信号源可长线连接，并减少各放大器在输出时的相互影响，保证仿真装置的工作安全；
- 2) 输出电压失真及过载自动检测电路，对电压放大器输出过载或短路的故障有良好的自动保护功能，过载及短路消失后，放大器自动恢复工作状态，过载或短路时放大器关闭，同时前面板过载报警灯亮；
- 3) 暂停控制，前面板暂停按钮，可切断放大器信号输入，按下暂停按钮，关闭放大器输出；
- 4) 过热保护动作时放大器关闭，同时前面板报警灯亮。

3. 开入量

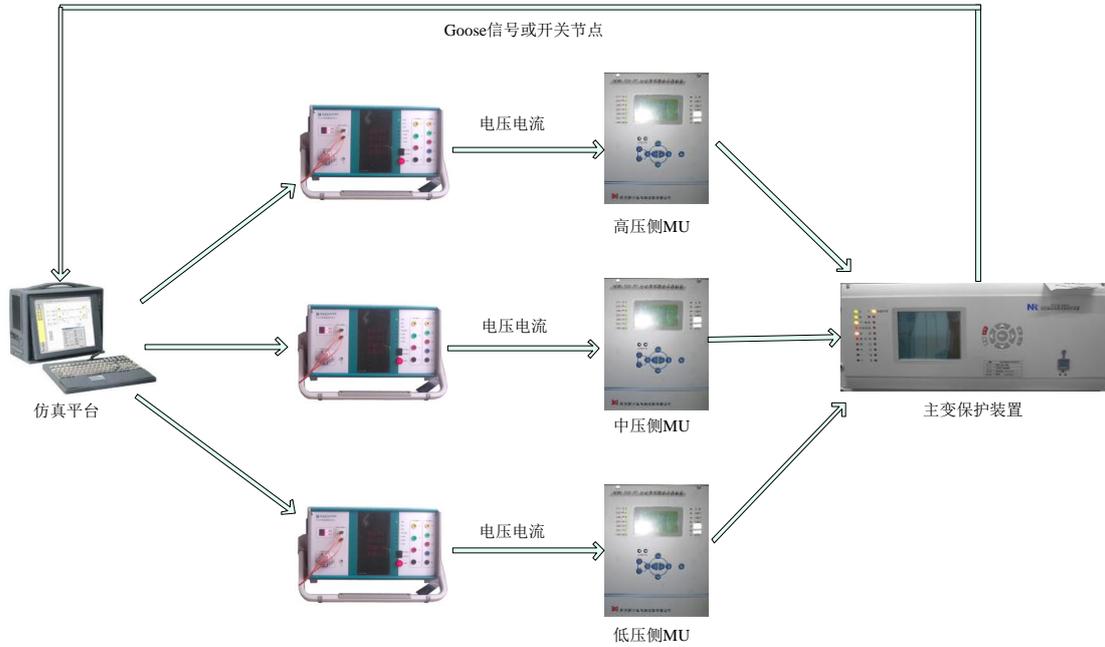
设备有 8 通道干接点开入量输入，干接点闭合为有效输入（如后面板图）。



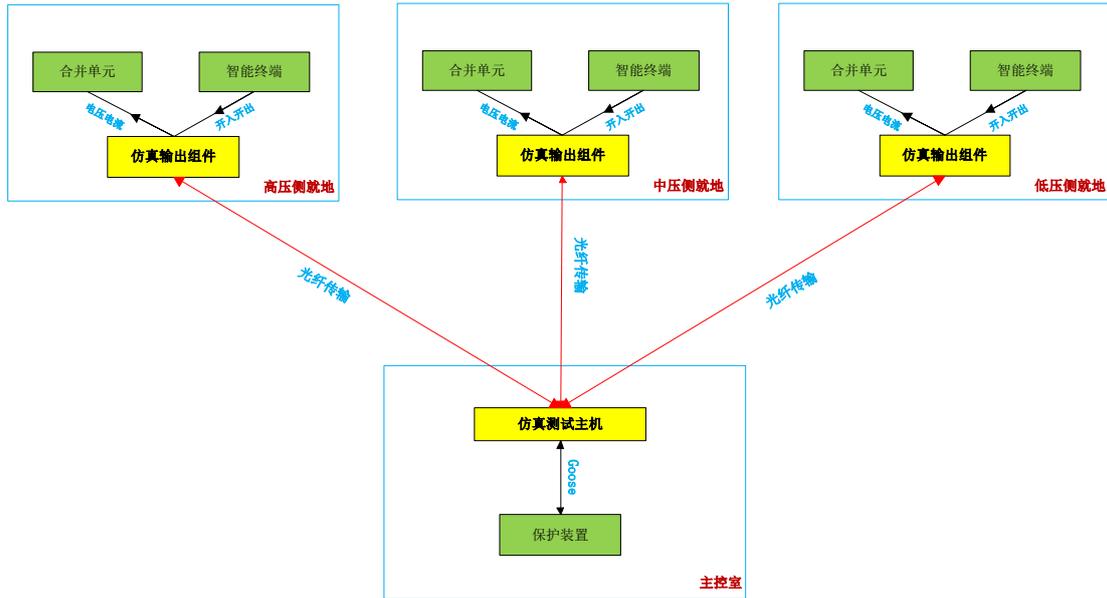
4. 试验过程示意图



功率放大器接线示意图



跨间隔测试系统示意图



跨间隔测试系统远距离控制示意图

5. 仿真设置

创建和打开工程

“工程”是 DDRTS 系统的基本工作单元。每个工程包含了运行所需的若干文件。每当运行 DDRTS 仿真程序，进入主界面后，就需要选择创建一个新的工程或者打开一个已经存在的工程。

创建新工程

1. 打开“创建新工程”对话框。方法有两种：
在“文件”菜单上，单击“新建工程”菜单项；
单击工具栏上的按钮 。

2. 在弹出的“创建新工程”对话框上，填写各项参数，包括：

“工程名”编辑框：填入用户要求的工程名称；

“位置”编辑框：填入用户要求存放工程的文件夹，或者单击“浏览”按钮，选择一个已存在的文件夹用于存放工程。

注意：默认的情况是，DDRTS 在用户填入工程名的时候，同时在“位置”编辑框内原有路径后添加同名子文件夹；

“仿真模式”下拉列表框：从下拉列表中选择用户需要的仿真模式。

3. 填写完毕，单击“新建”按钮，进入工程主图页；或者单击“取消”，放弃创建新工程。

打开已有工程

1. 打开“打开工程”对话框。方法有两种：

在“文件”菜单上，单击“打开工程”菜单项；

单击工具栏上的按钮 。

2. 在“打开”对话框中选中要打开的工程文件，单击“打开”按钮。

元件操作

创建新工程或打开已有的工程后，首先进入系统主图页界面。用户必须在系统主图页上绘制需要模拟的电气主接线图。另外，如果用户需要，还可以绘制系统子图页。

DDRTS 提供了灵活的元件操作方法和友好的人机界面，能够方便地实现电力系统各种电气元件的绘制和参数的输入，使模拟的电力系统更加清晰、规范。

添加元件

往系统主图页（或系统子图页）上添加一个系统元件的方法有两种：

1. 从系统元件库添加。步骤如下：

打开“工程管理窗口”——有两种方法：

单击“视图”菜单上的“工程管理窗口”菜单项；

单击工具栏上的按钮 。

单击“工程管理窗口”底部的按钮  元件库，打开元件库。

在“元件库”中翻动各大类元件表，用鼠标左键选择所需的元件，将其拖动到系统主页图上即可。此时，拖动的元件处于选中状态，即元件四周显示有若干绿色正方形包围。

2. 从系统主图页上直接添加。步骤如下：

在系统主图页上单击鼠标右键；

将鼠标移至弹出菜单的“添加”菜单项上；

从弹出的级联子菜单上选择需要添加元件所属的大类菜单项；

再从下一级级联子菜单上选择所需元件，并单击，元件就会出现在系统主图页上，并处于选中状态。

删除元件

从系统主图页（或系统子图页）中删除一个元件：

在图页上选中要删除的元件；

执行删除操作——有两种方法：

在“编辑”菜单上，单击“删除”菜单项。

按下键盘上的“Delete”键。

复制元件

在系统主图页（或系统子图页）上复制一个元件：

在图页上选中要复制的元件；

执行复制操作——有四种方法：

在“编辑”菜单上，单击“复制”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

在图页区上单击鼠标右键，在弹出的菜单上选择“复制”菜单项；

使用快捷键 **Ctrl + C** 。

执行粘贴操作——有四种方法：

在“编辑”菜单上，单击“粘贴”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

在图页区上单击鼠标右键，在弹出的菜单上选择“粘贴”菜单项；

使用快捷键 **Ctrl + V** 。

注意：当复制一个元件的时候，会将其所有参数（除元件名外）一起复制。并且复制出的新元件将处于选中状态。

元件参数输入

DDRTS 为每种元件设计了专用的“元件参数”对话框，为元件参数的输入提供了友好的界面，也方便了元件参数的读取。

输入元件参数的步骤：

选中需要输入参数的元件；

显示选中元件的参数对话框——方法有三种：

在“编辑”菜单上，单击“元件参数”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

在图页区上单击鼠标右键，在弹出的菜单上选择“元件参数”菜单项；

使用快捷键 **Ctrl + M** 。

在弹出的对话框中填写各项参数；

单击对话框上的“确定”键，接受各项参数的设置；或者单击“取消”键，放弃各项参数的设置。

修改元件参数

只需弹出选中元件的参数对话框，重新填写需修改的参数，单击“确定”即可。

系统元件连接

每个电气元件或控件模块都具有至少一个连接点（电气节点、信号输入节点或信号输出节点），它们由 DDRTS 提供的专门连接线来完成相互连接，形成模拟电力系统或控制器。DDRTS 的布线方式有两种，一种是“手动布线”，另一种是“自动布线”，默认的布线方式是“手动布线”。

在默认布线方式下，连接两个连接点的步骤如下：

显示连接点——方法有两种：

在“视图”菜单上，单击“连接点”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 。

注意：显示连接点的同时，位于“对象栏”上的“连接线”对象被激活，由灰色变为彩色；图页区上已有的元件也同时显示出原本隐藏的电气连接点  ；

单击“绘图工具栏”上的“连接线”对象按钮 ，使其由凸形显示变为凹形显示 ；

此时将鼠标移至图页区，其光标应变为十字型；将光标移到连接点上，使其显示外框如 ；

用户可以根据自己的走线需要，选择布置路线，将连接线布置成满足用户要求的折线形式，方法是：在系统主图页上用户需要转折的每一个点，单击一下鼠标左键，然后继续移动鼠标；

经过若干个转折点，按住鼠标左键，最终拖动至用户需要连接的另一元件的连接点上，使其也显示外框如 ；

放开鼠标左键，即完成两个连接点的连接。

注意：在连接系统元件的时候，有两点需要特别注意：

1. “自动布线”方式的运用。

一般情况下，DDRTS 默认的布线方式为“手动布线”方式。但用户也可以选择让系统来帮助实现自动布线。这项功能可以让用户在布线的时候不

用考虑如何走线的问题，而直接连接两个连接点就行了。但是，当系统复杂，线路繁多，自动布线功能可能不能满足用户的要求时，仍然建议用户选择“手动布线”方式。

选用自动布线方式的方法是：在“绘图”菜单上，单击“手动布线”，使其由被勾选状态变为未勾选状态。然后，和普通布线方式一样，用绘图工具栏上的“连接线”对象，连接各元件。不同的是，布线时，用户直接连接两个连接点即可。

2. 元件正常开路的实现。

DDRTS 的工程中，不允许有悬空节点的存在。这是为了避免系统中出现未连接的孤立元件。但这样一来，又涉及一个问题——如何表示系统中正常开路的元件，以及如何模拟一些原本就是开路状态下的电力系统问题（如励磁涌流问题等）。DDRTS 针对此类问题，建议采取如下两种方法解决：

- 通过大电阻与地点连接；
- 通过处于开路状态的断路器（并且一直不改变状态）与地点连接。

其它元件操作方法

DDRTS 为方便用户编制系统图页和控制图页，提供了灵活的元件操作方法。除了以上介绍的方法以外，还有如下的一些元件操作方法。

剪切

当用户欲将连接于系统中某位置的元件改连它处时，可执行“剪切+粘贴”操作。完整的“剪切+粘贴”操作步骤如下：

选中某元件；

执行剪切——方法有四种：

右键点击绘图区，在弹出的菜单上单击“剪切”菜单项；

在“编辑”菜单上，单击“剪切”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

使用快捷键 **Ctrl + X**。

在欲粘贴之处执行“粘贴”操作。

撤销和恢复

当用户不小心执行了错误的元件操作时，可使用“撤销”操作来快速更改；当用户错误的执行了“撤销”操作时，也可以使用“恢复”操作来快速更改。“撤销”和“恢复”的方法分别如下：

撤销——方法有两种：

在“编辑”菜单上，单击“撤销”菜单项。

在工具栏上单击按钮 。

恢复——方法有两种：

在“编辑”菜单上，单击“恢复”菜单项。

在工具栏上单击按钮 。

元件的旋转

用户在放置系统元件或控制模块的时候，可能需要调整元件的放置方向。DDRTS 为此提供了“旋转”这一功能来实现用户的要求。实现元件旋转的步骤如下：

选中某一元件；

点击右键，将光标移至弹出的菜单上的“旋转”菜单项；或者，在“绘图”菜单上，将光标移至“旋转”菜单项上；

在弹出的级联子菜单上选择要旋转的角度——有三种选择：

- 顺时针 90 度；
- 逆时针 90 度；
- 180 度。

元件的叠放

在绘制系统图页或控制器图页的时候，一般原则是不重叠放置元件的。但在特殊情况下，有可能需要叠放元件。这种情况下，用户可以根据需要，规定叠放元件的叠放顺序。

具体方法如下：

选中某一元件；

选择叠放方式——方法有三种：

右键单击，在弹出的菜单上单击“置前”或“置后”菜单项。

在“绘图”菜单上，将光标移至“旋转”菜单项上，再从弹出的级联菜单上选择“置前”、“置后”、“向上浮”或“向下浮”。

使用快捷键 **Ctrl+F**（置前）或 **Ctrl+B**（置后）。

注意：元件的叠放操作也适合元件组。

元件的居中放置

如果用户需要将元件放置在整個图页的中间，可以使用此元件操作方法。步骤如下：

选中一个元件；

在“绘图”菜单上，将光标放在“居中放置”菜单项上，然后在弹出的级联菜单上选择居中放置方式，有两种选择：“垂直居中”或“水平居中”；

注意：此操作方法也适用于元件组的操作。

元件组的操作

用户在绘制复杂的系统图页和控制器图页的时候，由于元件较多，有序的放置元件就成为一个需要解决的问题。DDRTS 为用户提供了灵活的元件组操作方法。

元件组的选定

要进行元件组的整体操作，首先得选定元件组，并选定元件组中的参考元件。步骤如下：

首先按下 **Shift** 键，并一直按住；

用鼠标首先点击选中元件组中的参考元件；

再继续用鼠标点击选中其它元件。

元件组的对齐

如果用户需要将多个元件沿某个方向对齐，可使用此操作方法，步骤如下：

按以上的步骤选定元件组，此后的对齐操作将以参考元件进行；

在“绘图”菜单上，将光标移至“对齐”菜单项上，再从弹出的级联子菜单上，选择对齐方式，有六种选择：“左对齐”、“右对齐”、“顶对齐”、“底对齐”、“水平居中对齐”和“垂直居中对齐”。

元件组统一尺寸

如果用户要求某些元件具有相同的尺寸，可使用此元件组操作方法。步骤如下：

按上面的步骤选定元件组，此后的统一尺寸操作将以参考元件进行；

在“绘图”菜单上，将光标放在“统一尺寸”菜单项上，然后从弹出的级联菜单上选择尺寸的统一方式，有三种选择：“宽度相同”、“高度相同”或“两者都相同”。

输出页

DDRTS 的输出页界面非常友好，用户可以灵活地定制出满足自己要求的各种样式。另外，DDRTS 的输出能力强大，通过输出页，可以将仿真进程中的各个变量实时、直观地显示出来，这将方便用户对仿真进程的跟踪和观察。

创建输出页

要让系统在输出页上显示结果，首先必须得创建合适的输出页。输出页的创建步骤如下：

启动输出页的创建过程，弹出“页样式设置”对话框——方法有三种：

在“工程”菜单上，单击“新建输出页”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

在已经创建的输出页界面上，从“输出”菜单上，单击“新建输出页”菜单项。

在弹出的“页样式设置”对话框上，指定输出页的样式，将涉及如下几项：

图页名称：用户为本输出页所取的名称，将显示在输出页下沿第二个框内；

方式：系统的运行方式描述，缺省为正常；

图页描述：对本输出页的输出内容描述，将显示在输出页下沿的第三个框内；

选择布局：下拉列表，共有十六种选择，包括了常见的图表布局方式；

选择图表样式：下拉列表，有两种选择，“标准样式”和“自定义样式”。选择“自定义样式”，用户可以详细的定制图表样式，具体情况请参照“3.5.3.3 自定义图表样式”。

注意：创建输出页后，“工程管理窗口”中的“工程项目”子窗口中，便会在当前工程项目目录下出现“输出页 1”文件（第一次创建的默认名），同时也会在“窗口”菜单下出现“输出页 1”菜单项；用户如果需要在输出页和系统主图页之间进行切换，方法有两种：

在“工程管理窗口”的“工程项目”子窗口中，双击切换目标页的图标；

在“窗口”菜单上，单击对应切换目标页的菜单项。

选择输出量

创建输出页之后，需要为每个坐标图选择输出量。DDRTS 的每张输出页上有四个输出坐标图，每个坐标图最多可以选择四个输出量。选择输出量的步骤如下：

在输出页的任一坐标图上单击鼠标右键；

在弹出的菜单上，单击“输出变量选择”菜单项；

在弹出的“选择系统量”对话框中的“备选量”列表中，选择需要输出的变量；

单击“确定”，即可观察到，所在坐标图的右上角出现了选择的变量和其对应的图线颜色。

注意：DDRTS 中特定的几个大类的元件具备输出量。灵活连接这些元件，可以测量出模拟电力系统中各元件的所有变量，具体可参照 3.5.4 系统架构的输出页的输出量。

监控页

DDRTS 的监控页只在仿真运行于“交互模式”时起作用，下面介绍监控页的添加和设置方法，至于“交互模式”的运行设置请参看 2.5 节的介绍。

创建监控页

只需点击工具栏上面的“添加监控页”按钮，即可增加一个监控页。如下图所示：

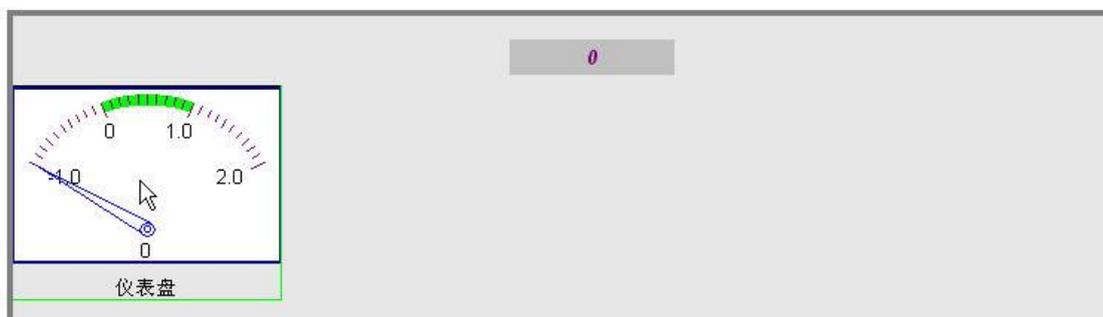


添加仪表和开关

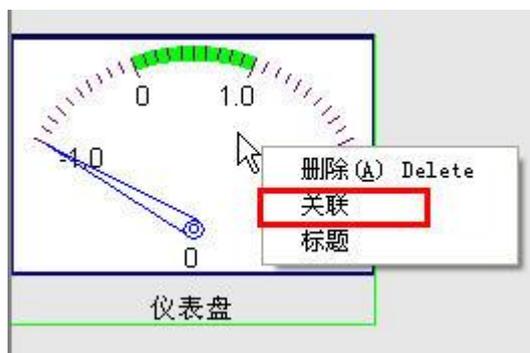
首先点击工具栏上的仪表按钮，如下图所示



然后点击监控页上面的灰色区域，即可添加一个仪表，如下图所示



然后按住键盘左边的 Ctrl 键不放，右键点击某个仪表，即可弹出关联窗口，然后可以关联某一个电压或者电流量。如下图所示





然后点击“确定”即可。

注意：添加“开关状态”的步骤和仪表类似，只不过开关状态关联的是断路器的三相状态。图标如下图所示：



添加按钮

首先点击工具栏上面的“开关”按钮，然后在监控页下面的白色区域内用鼠标拉出一个方框，即可添加一个按钮。按钮有两种类型：“触发式”和“操作式”，如下图所示：



触发式



操作式

添加好的按钮如下图所示：



添加好以后，需要按住键盘左边的 Ctrl 键不放，右键点击某个按钮，即可弹出关联窗口。下面以“触发式”按钮为例说明：

首先点击界面中的“添加”按钮，添加一系列的事件，例如图中添加了一个故障的发生和消失过程。其中“动作间隔时间”表示：按下按钮后立刻发生 A 相故障，然后经过 0.1 秒后故障消失。



然后，切换到“关联图表”页，将“需要刷新”勾选上，然后将所有输出页面勾选上即可。如下图所示：



最后确定即可。

注意：“操作式”按钮的使用方法类似，不同的是其关联的是断路器的操作（分闸或合闸）。

设置仿真参数

要让建立的工程仿真运行，还得设置工程的仿真参数。步骤如下：

非交互模式仿真

弹出“仿真参数设置”对话框——方法有两种：

在“工程”菜单上，单击“仿真设置”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 。

在弹出的“仿真参数设置”对话框上，设置各项仿真参数，包括：

- 仿真步长：对于离线仿真，没有限制；对于闭环试验，与试验系统的复杂程度有关；一般设置在 100~200 微秒；
- 是否交互控制：选择“否”；
- 总体仿真时间：单位“秒”，一般不超过 200 秒；
- 系统频率：单位 Hz，一般为 50；
- 是否选择功角参考机组：下拉列表，选择其一：
 - 是：所有发电机功角是以此发电机功角为参考的相对功角；
 - 否：以系统中固定频率电源内部电势为参考的发电机相对功角；如果系统中没有固定频率电源，则参考相角为零。
 如果选择“是”，还需选择参考机组：
 - 功角参考机组：下拉列表，可选择此工程中的任一发电机作为功角参考机组，选择其一即可；
- 实时闭环试验：下拉列表，“是”或“否”。

单击“确定”，即完成仿真参数的设置。

交互模式仿真

交互模式和非交互模式相比，在仿真设置上大体相同，以下是需要额外设置的选项：

- 是否交互控制：选择“是”；

- 总体仿真时间：可以设置较长时间，例如 3000 秒；
- 数据缓存时间：一般设置为 1 秒；

需要注意的是：当运行于交互模式下时，“输出页”的波形需要手动刷新才能显示。方法是：在某一“输出页”上点击右键，然后选择“刷新本图”即可。

启动仿真

如果用户进行的是开环仿真，则以上各项工作进行完毕之后，便可对工程启动仿真了；如果用户进行的是实时闭环仿真，则还需对系统的硬件端口输出量和外部控制信号量进行配置。现在，假设进行离线仿真，则可以通过如下两种方法启动仿真：

在“工程”菜单上，单击“启动仿真”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 。

注意：如果用户在仿真的过程中想终止仿真，可以在“工程”菜单上单击“停止仿真”菜单项。

保存工程

每当用户修改了工程的任何一部分之后，应注意保存工程，以免因意外原因丢失文件和数据。保存工程的方法有三种：

在“文件”菜单上，单击“保存工程”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 ；

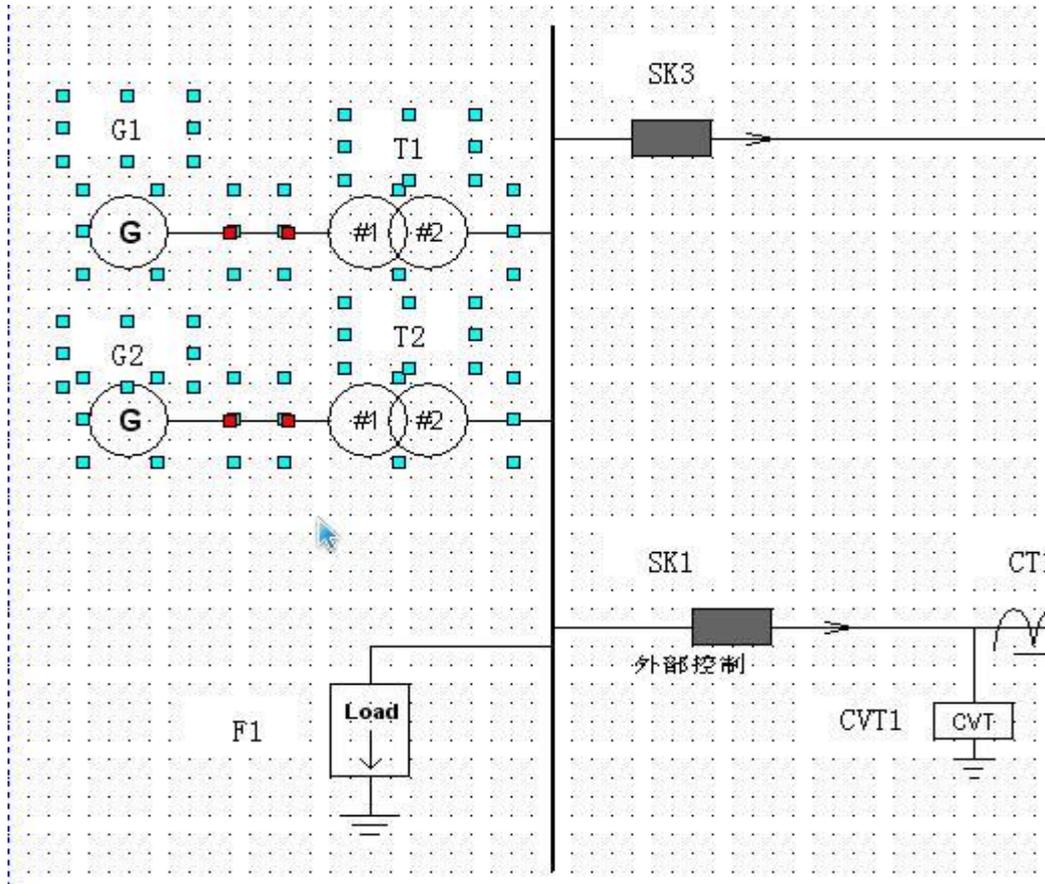
使用快捷键 `Ctrl + S` 。

导入导出元件

DDRTS 提供了导入导出元件的功能，通过使用该功能，用户可以将仿真工程中的单个或者部分元件（也包括控制器、子图页及子图页内部的元件）保存成一个独立的文件，这些保存好的元件可以由其他仿真工程调用，节省了搭建网络的时间。下面分别介绍导入和导出元件的具体方法：

导出元件

首先在工程中选中需要保存的元件（使用 Shift 键选中多个元件），如下图所示：



然后在菜单栏“文件”中选择“导出元件”，接着程序会提示保存的位置和名称，设置好后确定即可。

导入元件

在菜单栏“文件”中选择“导入元件”，接着程序会提示需导入元件的目录，找到以后确认即可。

打印

用户有时会要求打印各种图页和数据，DDRTS 为此提供了强大的打印功能。打印的启动和配置与通用 WINDOWS 程序的打印功能类似，只需在“文件”菜单上单击“打印”菜单项即可；另外，也可以单击“打印预览”来预览打印效果；还可以单击“打印设置”来改变各项设置。

值得一提的是，对于系统图页和控制图页的打印，DDRTS 特别增加了一个打印菜单项，即“打印区域设置”。点击此菜单项，弹出“选择打印区域”对话框，对话框的三个选项区别如下：

整图打印：打印整个图页，包括空白区域；

当前窗口：只打印屏幕显示的部分；

最适范围：只打印有元件或控制模块存在的图页范围。

用户可以根据需要，选择合适的打印区域。

6. 实时闭环试验设置

设置闭环试验参数

要进行实时闭环测试，必须先设置测试的参数。按以下步骤进行：

打开“仿真参数设置”对话框——方法有两种：

在“工程”菜单上，单击“仿真设置…”菜单项；

在工具栏上，单击按钮 。

在“仿真参数设置”对话框上，首先将“实时闭环试验”下拉列表框选为“是”。

继续设置“仿真参数设置”对话框上的其他参数，包括：

仿真步长：单位“微秒”。

总体仿真时间：单位“秒”。

系统频率：单位 Hz。

功角参考机组：下拉列表，从已有的发电机中选择。

单击“确定”，接受设置。

此时用户可以发现，在“工程”菜单下，“电压通道配置”、“电流通道的配置”、“IO 输出端口配置”和“IO 输入端口配置”四个菜单项已经被激活。

配置数模通道输出

电压通道配置

设置电压通道属性，按如下步骤：

在“工程”菜单上，单击“电压通道配置…”菜单项；

在弹出的“电压通道属性设置”对话框上，设置各项属性，包括：

输出电压：下拉列表，包括系统所有能够输出的电压：发电机机端电压、故障点线电压和相电压、单三相电压表测量电压、PT 和 CVT 的一次侧和二次侧电压等。由于功放只能放大相电压，所以这些电压均为相电压，线电压用户可从功放输出端直接接出来。

额定值：额定线电压有效值，单位 V。

额定值对应保护装置输入：额定线电压有效值对应的保护装置输入，单位 V。通常为 100V。

最大值/额定值：指最大线电压有效值与额定线电压有效值的比值，表示系统过电压的输出范围，与功放的电压放大倍数成正比，而与额定值对应保护装置输入的值成反比，系统只是给予提示，用户不需填写此项。

电压放大倍数：系统硬件配置中的功放的电压放大倍数。

单击“确定”，接受各项设置。

注意：如果系统没有可输出的电压，则无法进行以上各项设置。

电流通道的配置

设置电流通道的属性。按如下步骤：

在“工程”菜单上，单击“电流通道的配置…”菜单项；

在弹出的“电流通道的属性设置”对话框上，设置各项属性，包括：

输出电流：下拉列表，包括系统所有能够输出的电流：发电机机端电流、故障支路电流、断路器电流、单三相电流表、CT 的一次侧和二次侧电流等。

额定值：额定电流有效值，单位 A。

额定值对应保护装置输入：额定电流有效值对应的保护装置输入，单位 A。通常为 1A 或 5A。

最大值/额定值：指最大电流有效值与额定电流有效值的比值，表示系统电流的输出范围，与功放的电压电流转换系数成正比，而与额定值对应保护装置输入的值成反比，系统只是给予提示，用户不需填写此项。

电压电流转换系数：系统硬件配置中的功放的电压电流转换倍数，单位 A/V。

单击“确定”，接受各项设置。

开关量输入输出端口配置

开关量输入端口配置

在进行保护装置的闭环试验时，需要将系统图页上的模拟电力系统中的数字断路器通过 DDRTS 系统的 I/O 端口与保护装置的動作信号连接起来。这就需要进行开关量输入的端口设置，即通过 I/O 卡端口引入保护装置動作信号来控制数字断路器的跳合。

在实时闭环试验的前提下，将断路器设为由外部继电器控制，则可设置断路器的“闭环试验设置”属性页。步骤如下：

选定用户需要进行端口设置的断路器（单相断路器、三相断路器均可），并弹出其参数对话框；

确认“基本参数”属性页上“是否有外部继电器控制”一项选定为“是”；

点击“闭环试验设置”属性页标题，将其打开；

在如图 2-1 所示的对话框中填写各项参数，包括：

各相的跳闸延迟时间：单位“毫秒”，三相可以分别给定。

各相的合闸延迟时间：单位“毫秒”，三相可以分别给定。

端口控制形式（只在三相断路器用到）：下拉列表，有两个选项：

- 分相跳三相合：只有三相重合；
- 分相跳分相合：可分相重合。

接下来，正式填写“控制端口设置”表框中的参数：

- A 相跳闸：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器 A 相跳闸；
- B 相跳闸（在三相断路器中用到）：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器 B 相跳闸。
- C 相跳闸（在三相断路器中用到）：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器 C 相跳闸。
- A 相合闸（只在端口控制形式为“分相跳分相合”时用到）：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器 A 相合闸。
- B 相合闸（只在端口控制形式为“分相跳分相合”的三相断路器中用到）：可从中选择一个端口，控制断路器 B 相合闸。
- C 相合闸（只在端口控制形式为“分相跳分相合”的三相断路器中用到）：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器 C 相合闸。
- 三相合闸：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器三相合闸。
- 三相跳闸：下拉列表，可从中选择一个端口，控制断路器三相跳闸。

在进行以上设置的时候，注意每个端口只能连接一路信号。与此设置相对应，控制此数字断路器的实际保护装置也要与 I/O 卡的端口正确连接。



设置完毕之后，可以在“工程”菜单上，单击“IO 输入端口配置…”菜单项查看设置的结果，效果见下图。



开关量输出端口配置

系统可以输出开关量，这对于在保护装置闭环试验中输出断路器状态是很有意义的。

在“工程”菜单上，单击“IO 输出端口配置…”菜单项，将弹出下图的IO 输出端口配置对话框，可以进行输出端口的配置。

一个输出端口对应一个断路器一相状态的输出，默认断路器断开为高电平输出，闭合为低电平输出。每一路可取反状态输出。



仿真速度测评

在进行实时闭环试验之前，可以对仿真工程进行仿真速度测评，以确定试验工程的仿真步长是否满足实时性要求。

如果仿真步长过小，不能满足实时性要求，则系统消息窗口会提示用户增大步长；如果仿真步长过大，则系统消息窗口会提示用户，还可以适当减小步长。

进行仿真速度测评的方法是：在“工程”菜单上，单击“仿真速度测评”菜单项。

启动实时闭环试验

启动实时闭环试验的方法与一般仿真启动相同。

保护试验闭环模拟

为让刚使用实时闭环试验的用户尽快熟悉、了解其方法和特点，系统提供了保护装置闭环试验模拟这项功能。使用方法如下：

将需要模拟的断路器的属性中“是否由外部继电器控制”一项设为“是”。

将“仿真参数设置”对话框中“实时闭环试验”一项设为“是”。另外，为了模拟时有较充足的动作时间，建议用户将仿真时间设置的较长一些，如：10 秒。

对工程依次进行上述各项设定。

在“工程”菜单上，单击“保护试验闭环模拟”菜单项。

在弹出的“保护试验闭环模拟”对话框中，单击“启动”。此时，用户可以观察到，在对话框上的“当前时刻”编辑框中，显示着仿真过程的时间进程。

在程序运行到设定的仿真时间之前，用户可以单击断路器对应端口号右边的“合闸”或“分闸”按钮。程序将把用户的点击动作视为外部继电器的真实动作，并进行相应的计算，最后将结果输出到输出页上。

通过这样一个过程，用户可以对实时闭环试验的概念和效果有直观的感受。

7. 功率放大器的使用

使用前接线

设备使用前应先连接好数字系统通讯光纤，信号输入/输出接线与设备接地线。

设备投入运行

设备在投运前检查电源输入是否正常，通讯光纤极性是否正确，一切正确无误后将面板上的电源开关合上，则电源指示灯亮，运行灯闪烁，设备进入正常工作状态。

设备输出电流、电压

（电压、电流输出端子定义详见面板图）。

先将面板上的暂停开关按下或送入遥控暂停信号，然后将电流、电压输出端对应连接到测试设备上，然后取消暂停功能，输入仿真信号，设备将工作在仿真状态。



- 电压有输出时严禁带电插拔信号和负载连线，保护人身和设备安全。
- 电压、电流输出显示 需监视输出的实际电压或电流时，将面板上的输出电压电流显示开关设在对应位置即可。
- 当需停止使用该设备时，首先停止仿真信号输入，然后去掉负载连线，再将电源开关关闭。

产品规格可能随时更改，恕不另行通知

欲了解产品详情，敬请致电博电总部或各地派出机构 24小时技术服务热线: **400-680-0650**
北京博电新力电气股份有限公司 电话: 010-58731010 传真: 010-58731816
地址: 北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦C座 100098 国际部电话: 010-82755151-8020

内蒙古东、辽宁: 024-31314420/31328422	浙江、福建: 0571-88867519/0591-62700989
广东、海南: 020-38477905/7099	江苏、安徽: 025-83344652/4653
西藏、四川、云南: 028-85257761/6057	南京技术服务部: 025-83344652/4653
贵州、广西: 0771-5618014	重庆: 023-68625013
湖南、湖北、江西: 027-59521918/1919	山东: 0531-87923775
河北南、河南、山西: 0371-67170077/0078	黑龙江、吉林: 0451-87535873
内蒙古西、陕西、甘肃、宁夏、青海: 029-87662920	新疆: 0991-6871822
上海: 021-62036771	北京、天津、河北北: 010-83168518

<http://www.ponovo.cn>



2014-12 第一次印刷