

## 电网静态模拟系统的计算机监控

### Computer Monitoring and Control of A Power System Static Modeling Laboratory

作者：潘贞存 高厚磊 王新超 王葵

单位：山东工业大学电力学院

**应用领域：** 计算机监控

**挑战：** 利用计算机软硬件技术实现对电力系统静态模拟系统的自动监视和控制。

**应用方案：**

以工业控制计算机、PLC 控制器、NI 公司的模拟量数据采集卡 (AT-MIO-16E-10)、开关量数据采集卡 (PC-DIO-24) 为硬件核心，以虚拟仪器编程环境 LabWindows/CVI 为软件平台，开发设计技术先进、性能优越、使用方便的静态模拟实验装置的计算机监控系统。

**使用的产品：** AT-MIO-16E-10、PC-DIO-24、Lab-Windows

**介绍**

电力系统静态模拟系统是观察电力系统正常和故障下的物理现象、分析和研究电力系统的运行状态、检验继电保护及安全自动装置的正确性的重要实验设备。然而，到目前为止，静模的监控手段都比较落后，开关设备的通断

一般均沿用传统的继电器逻辑控制，故障设置、参数切换等均需要人工操作，电气量的监视一般采用传统的光线示波器、光字牌、指示灯等。设备复杂、技术落后、使用不便。本文拟以计算机技术对静模系统实施监视与控制。

**硬件设计**

静模系统就是全部采用静态元件来模拟电力系统。它主要由电源变压器、转角变压器、升压变压器、隔离变压器、模拟断路器、模拟线路、模拟电压互感器 PT、模拟电流互感器 CT、以及故障设置电路

等部分组成，可以用来模拟电力系统输电线路的各种运行状况，可以进行多种正常测试和故障实验。对静模系统的监控，主要包括模拟系统两端电压和相位的调节，模拟断路器通断状态的控制，不同地点、不同类型、不同持续时间的各种模拟故障的设置和实施，正常及故障情况下系统两端电气量的采集、处理、分析、计算、显示和打印等内容。传统的监控手段虽能部分地完成上述功能，但存在着设备复杂、技术落后、维护困难和操作不便等诸多缺点。

为克服上述缺点，提高静

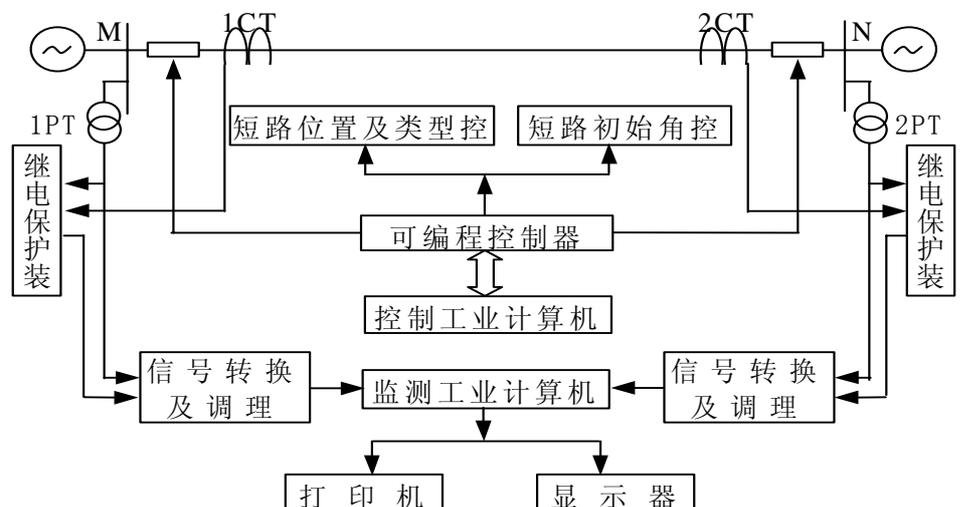


图 1 静模计算机监控系统总体框

模系统的性能指标, 本文设计出了以高性能工业控制机、PLC 可编程逻辑控制器、NI 多功能数据采集板为硬件核心, 以虚拟仪器编程环境 LabWindows/CVI 为软件平台的静模计算机监控系统, 其总体结构框图如图 1 所示。

由图 1 可见, 计算机监控系统包括计算机控制和计算机监测两大部分。计算机控制部分由工业控制计算机、PLC 控制器、合闸角控制仪、执行继电器和 NI 开关量数据采集卡 (PC-DIO-24) 等组成。它主要完成对模拟线路两侧断路器的跳合闸控制, 模拟故障位置、类型、持续时间和短路初始角度的设置和控制, 相应开关量的采集、处理和显示。

计算机监测部分由工业控制计算机、大屏幕显示器、彩色打印机、模拟量数据采集卡 (AT-MIO-16E-10)、开关量数据采集卡 (PC-DIO-24)、模拟变送器、开关量调理板等组成。它主要负责对模拟线路两端的电压、电流等模拟量和断路器的通断状态、继电保护装置的動作情况等开关量的采

集、分析、处理、记录、显示和打印, 具有正常情况下的运行监视和系统故障情况下的故障录波、分析等多项功能。

### 监控功能的实现

根据静模对监控系统的基本要求和硬件电路的特点, 在 Windows98 环境下, 以 NI 公司提供的开发应用软件 LabWindows/CVI 为基本平台编制出了静模计算机控制和计算机监测的应用软件, 分别安装在控制计算机和监测计算机上。LabWindows/CVI 采用图形模块化的可视编程语言, 功能强大、编程方便, 可以根据需要形成多种方便友好的图形界面, 与多功能数据

采集板、PLC 控制器等设备相结合, 可方便地完成各种测控功能。

运行安装在控制计算机上的“静模系统控制”程序, 进入图 2 所示的计算机控制主控画面。

用键盘、鼠标对该画面中的对话框进行操作, 可以完成断路器的跳合闸和故障设置操作。点击主控画面中的“开关操作”按钮, 弹出开关操作子画面, 从“M 侧合闸”、“N 侧合闸”、“M 侧跳闸”、“N 侧跳闸”四个选项中选中所需要的操作, 点击子画面上的“确定”按钮, 又会弹出确定操作者身份的对话框, 输入正确的密码后, 微机将通过其串

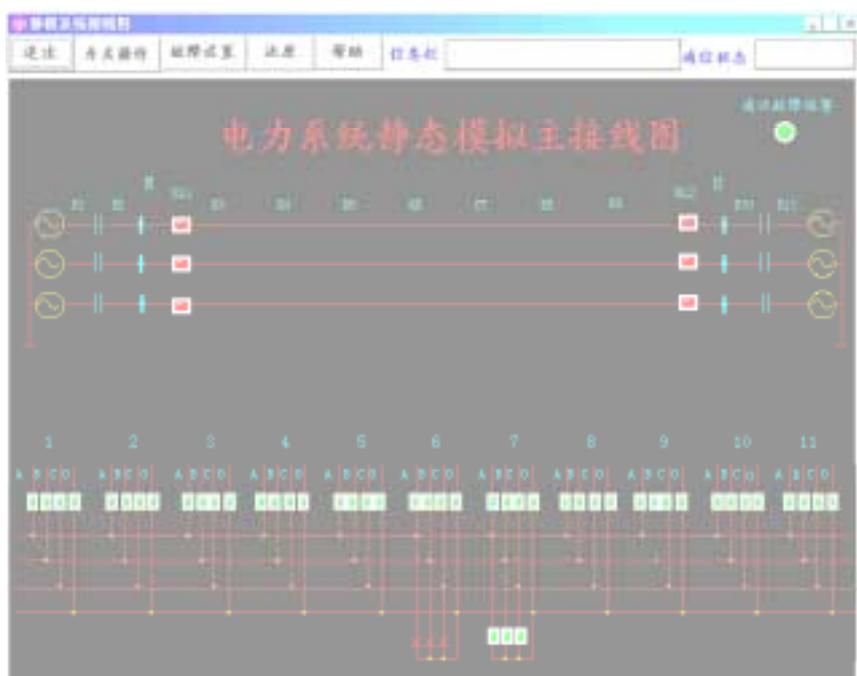


图 2 控制计算机的主图

型口向 PLC 控制器发出命令，PLC 则控制模拟断路器进行相应的操作。

点击“故障设置”按钮，弹出能够选择故障位置、故障类型和故障持续时间的对话框。通过对这些选择项操作，就可以从预定的 11 个故障位置（正向、反向、区内、区外的不同位置）、10 种故障类型（3 种单相接地、3 种两相接地、3 种两相相间和一种三相故障）、两种故障持续时间（分别用于模拟瞬时性故障和永久性故障）共 220 种选项中选取一种进行短路实验，故障位置、类型和持续时间选定后，进入确定操作员身份的对话框，输入正确密码后，微机通过 PLC 控制相应的执行电路，在一次模拟系统中形成故障。通过投入合闸角控制电路，可以在  $0\sim 360^\circ$  范围内控制短路初始角。通过适当的编程，还可以组合出多种不同的复故障和转换性故障。

开关操作和故障设置操作的结果，通过开关量采集电路回馈到控制微机，在主画面上以改变开关符号颜色的方

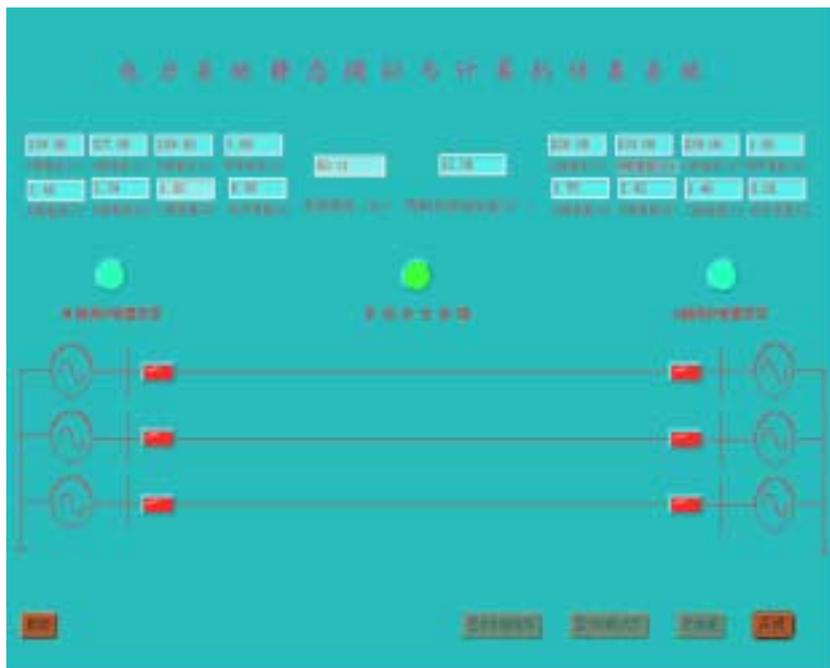


图3 计算机监测主控画面

法显示出来。

运行安装在监测微机上的“静模监视”程序，进入如图3所示的计算机监测主控画面。

该主控画面上等值电路中断路器的颜色反映实际模拟系统断路器的通断状态，显示表记能实时跟踪显示模拟系统两端的运行参数。按下图中的“显示 M 侧波形”（或“显示 N 侧波形”）按钮，进入可实时显示模拟系统 M 侧（或 N 侧）各相电压电流、零序电压电流的波形和断路器的通断状态、继电保护装置的动作情况等开关量的变位情况正常波形显示画

面（图略），再单击该画面上的“单相波形分析”按钮，又可进入单相电压电流对照分析的单相波形分析子画面（图略），通过移动该子画面上参考点和检测点坐标的位置，可以方便地求出波形上任意两点之间的幅值差、相位差。

按下主控画面上的“录波器”按钮，可以进入故障录波画面，如图4所示。

该画面包括三个波形显示窗口和多个操作控制按钮，三个波形显示窗口分别用以显示三相电压和零序电压、三相电流和零序电流、保护动作状态和断路器位置等开关量

信息，控制按钮包括“波形分析”、“谐波分析”、“波形移动”、“数据存盘”、“M侧波形显示”、“N侧波形显示”、“调出历史数据”、“波形打印”等按钮，按下某个按钮时，就会进入相应的子画面或完成规定的操作。

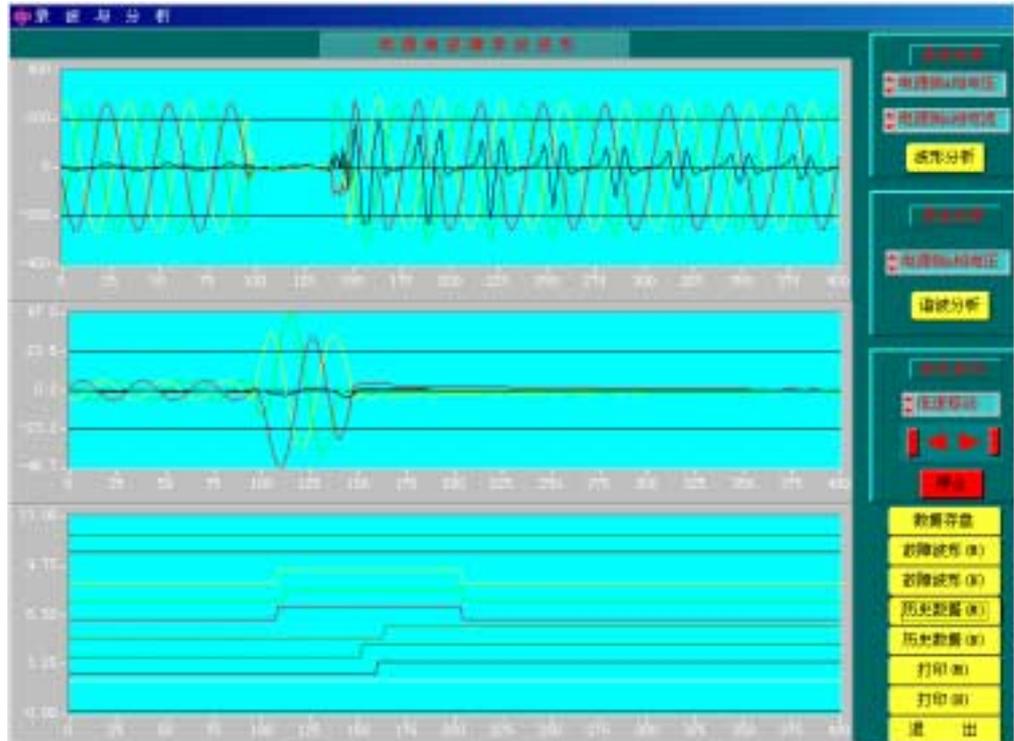


图4 故障录波主画面

例如按下波形分

析按钮时，画面切换至故障波形分析子画面（图略），从 8 个电压通道和 8 个电流通道的任一电压和电流进行对比分析，可对波形进行局部放大或缩小，可在一个屏幕上观察整个故障过程，可以使波形前后移动，可以求出波形上任意两点之间的幅度差和相位差，从而可以对故障的情况进行全面细致地分析和了解。

### 三. 结论

对静模系统实施计算机监控，可大大提高静模系统的自动化水平，使其控制更加灵活、操作更为方便、显示更为

直观、性能更加优越。本监控系统采用的以工控机、可编程逻辑控制器 PLC、高性能数据采集卡为核心的硬件系统，具有结构简单、性能可靠、抗干扰能力强等特点；运用 LabWindows/CVI 工具软件开发的应用程序，功能强大，控制灵活，具有良好的图形用户界面，操作简单灵活，修改参数方便。计算机监控系统的应用，对提高静模系统的实验水平和教学、科研的效果都有十分重要的作用。

本文设计的静模计算机监控系统已在山东电力研究

院新建的电力系统静态模拟与计算机仿真系统中得到应用，使用效果良好。