

基于远程技术的变电站仿真培训系统

The Simulation Training System of Substation Based on Long-distance Technology

盛兆俊¹, 刘观起¹, 张 萍², 马燕峰¹

(1. 华北电力大学, 河北 保定 071003; 2. 北京辛康特仿真与控制技术开发有限公司, 北京 100070)

摘要: 介绍了绍兴电力局变电站仿真系统的软硬件组成、功能及特点。该仿真机运行稳定, 仿真范围全面, 适用面广, 并且利用局域网采用了先进的远程培训功能, 学员可以不受时间、地点的限制。该仿真机可满足教学、培训、事故设置、分析和处理正常、异常、事故各种运行情况, 在实际教学中取得了良好的效果。

关键词: 变电站; 仿真; 培训系统

中图分类号: TP391.9

文献标识码: B

文章编号: 1007-1881(2003)05-0026-03

由绍兴电力局和北京辛康特仿真与控制技术开发有限公司共同研制开发的 220 kV 变电站仿真培训系统是一个大规模的计算机系统工程, 它采用多种先进的计算机软、硬件技术, 实时仿真变电站运行动态过程及故障现象, 采用远程技术培训运行人员的正常操作及事故处理能力。整个变电站仿真培训系统侧重于培训运行人员的正常倒闸操作、运行监视调整、事故处理等。为了满足教学的要求, 该系统还设置了多个学员端, 可同时满足不同学员的培训。

1 仿真对象及硬件系统

变电站仿真系统是以电力系统和变电站的全物理过程为对象, 通过对数学模型和逻辑模型进行连续运算来实现实时全仿真的, 它主要包括如下对象: 断路器、隔离开关控制回路, 开关操作机构, 变压器及其有载调压、冷却系统, 正常运行和故障状态的潮流计算, 继电保护和自动装置, 交直流站用电系统, 中央信号系统及同期系统。

仿真机硬件系统配置包括仿真服务器、若干台学员机、路由器、宽带局域网交换机、网络设备等。具体构成如图 1。

服务器与其他设备之间用高速以太网连接, 形成高速局域网络系统。该系统具有很高的可靠性

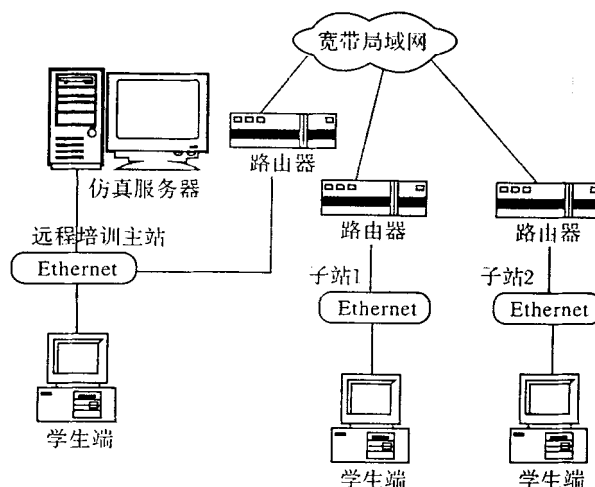


图 1 仿真硬件系统

和很强的扩展能力, 根据需要可方便地增减设备。

2 软件系统

仿真系统软件结构如图 2。

操作系统: Windows 2000;

程序语言: Visual Basic 6.0、Visual C++ 6.0、

Visual Fortran 5.0、Delphi 6.0;

数据库管理系统: Microsoft Access 2000。

支撑系统 (Vgroup): 仿真支撑软件 (数据管

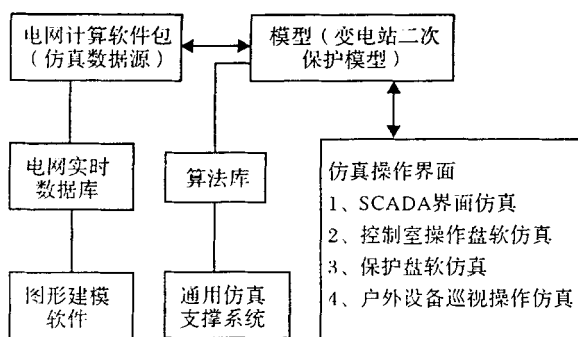


图 2 仿真系统软件

理、模型管理、I/O 管理) 是支持仿真模型的建立、修改、调试、运行、管理、输出等模型开发全过程的系统软件, 它既是一个工具软件, 也是一个管理软件。

系统算法: 仿真机算法是描述物理设备及其运行过程的应用软件, 是仿真机中最重要、最关键的软件之一。仿真机一项极为重要的指标: 仿真精度, 就是由算法来体现的。算法应具有高精度、高可靠性等特点。在 Vgroup 平台系统的支持下, 根据模块不同的分工形成了以下几部分: (1) 动态计算完成初始数据的读入, 初始潮流的计算, 潮流与动态计算之间的接口, 最终完成动态计算。从而得到各节点的电压、电流和系统的频率; (2) 故障计算完成故障计算初始化, 教练员台中的故障设置与故障计算之间的接口, 故障随网络拓扑变化的隔离判断, 利用补偿法快速故障计算等; (3) 网络拓扑完成读入网络拓扑数据, 根据修改后网络结构形成新的拓扑导纳矩阵, 计算电流电压的各序分量进而求解各相分量及有名值; (4) 保护系统完成所有保护的仿真功能, 站用电系统完成站用交流系统和站用直流系统的仿真功能。

窗口化的模型开发环境: 该支撑软件提供窗口界面、模块搭接方式的建模手段; 以在线、交互方式修改调试模型; 实时曲线、历史曲线、参数列表等多种监视手段均可由鼠标点取, 为模型人员提供了一个高级、方便的模型开发环境。

灵活的组态功能: 支撑软件与其主要的成员算法库, 可以进行灵活地组态、自由地拆装, 以此建立不同对象的仿真模型, 可以开发出不同目标的仿真机。

教练员台软件: 教练员台的任务是支持教练员完成模型装载、运行冻结、故障设置、操作记录、教案生成、成绩评价等培训全过程的软件, 是仿真培训系统必须具有的功能。

学员台软件: 学员台是用来仿真变电站监视系统 (SCADA) 的软件, 主要包括系统图、潮流图、曲线、保护配置图、设备台帐等内容, 变电站运行人员可以在学员台对所仿真变电站的一次接线、二次回路、运行工况、设备规范等进行全面了解。

I/O 测试软件: 软件能对数字输出量 (DO)、数字输入量 (DI) 及模拟输出量 (AO)、模拟输入量 (AI) 进行测试, 当信号灯、各种开关压板、表计等屏面设备损坏或出现连接线松脱等情况时, 能迅速查找定位。

3 仿真系统功能

对主控制室主控制屏台提供真实设备或外观、功能的全仿真, 对保护屏提供真实设备或提供功能, 信号、灯光、操作的仿真, 对现场一次设备提供功能仿真; 同时, 学员在学员台上可以进行倒闸操作、查看潮流分布、运行方式的改变, 仪表、信号显示及故障、异常现象, 保护动作都会与实际相同。

3.1 教练员台功能

教练员台设计为多功能、多用途的培训控制中心。在教练员台硬件和软件配置基础上成为仿真系统运行的主要人机界面之一, 有友好的界面, 如图 3 所示。教练员台能实现的任务是:

故障设置: (1) 一次部分设备故障设置与清除。在对话框中点击选取要启动的故障类型而后点击启动即可启动或在已启动的故障列表中选择故障而后点击清除即可清除当前故障; (2) 二次部分故障设置与清除。在对话框中点击选取要启动的故障类型而后点击启动即可启动或在已启动的故障列表中选择故障而后点击清除即可清除当前故障; (3) 成组故障。成组故障将多个故障项组合在一起, 启动后, 系统按照设定的时间间隔、顺序依次自动投入各个故障项目。

抽点、回退、重演: 抽点是在模型运行过程中自动定时地将运行状态存入转储文件中, 以备回退或重演时调用。转存的时间间隔任选、个数



图3 Vgroup支撑系统中教练员一次故障设置

不限,同时教练员可随时手动进行快速转储操作。回退、重演是为提高培训效果而设置的重要功能。教练员从当前的运行工况可返回到以前快存下的任一工况重复进行某一科目的训练。重演是教练员将运行状态返回到以前某一状态后,从新的状态自动运行模型。

模型局部加速:能够使局部模型的运算速度快于实时运行的速度。

教练员、操作员操作记录:(1)教练员操作记录:随时记录教练员的操作,供教练员检查并配合快速转存功能来实现回退和重演。(2)操作员操作记录:随时记录操作员在盘台上的操作,供教练员检查学员的学习操作情况。

远方操作及动态参数监视:远方操作功能实现对边界参数的修改及动态参数监视。

3.2 学员台功能

学员台设计为多功能、多用途的学员操作控制中心。在学员台硬件和软件配置基础上成为仿真系统运行的主要人机界面之一,有友好的界面,学员台能实现的任务是:查看系统一次、二

次接线图,一次设备的状态及潮流分布;各保护定值及压板投退情况;报警事项及操作记录;调整变压器分接头,中性点地刀;操作对侧开关等;设置刀闸闭锁或解锁。

3.3 远程培训功能

运用了最新开发的基于宽带局域网的新型变电运行仿真培训系统,克服了集中仿真培训的各种缺点,用户可以使用自己企业内部的局域网(带宽100 MB/S以上),培训地点和时间、培训内容和深度不受限制,有利于受训者在方便的地点、根据自己的时间和掌握知识的程度,灵活安排,大大降低了培训成本。

仿真主站可同时运行多套仿真模型,各仿真模型独立运行、互不干扰。每套模型的运行数据,按其远程固定的学员站IP地址相互传递,使其达到与集中仿真培训一样的效果。

教练员模块同时对多套模型进行监视、管理和控制,包括变电站运行监视、模型的启动/停止、初始工况设置、回退/重演、故障/异常设置、学员登录/操作记录等,便于对学员考核及管理,同时还可以对学员的操作进行监视。

4 结论

采用先进的网络技术,设计实用可靠的仿真系统开发环境,为变电站仿真项目的实施提供了有力的支撑。按该方案设计的仿真开放环境,系统的维护性和扩充性强,仿真培训效果好,在实际应用中取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 肖田元,张燕云,陈加栋.系统仿真实理论[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [2] 杨以涵,唐国庆,高曙.专家系统及其在电力系统中的应用[M].北京:中国电力出版社,1995.

收稿日期:2003-03-11

作者简介:盛兆俊(1977-),男,青海西宁人,硕士,研究方向为电力系统分析与控制。