

大型变电站仿真培训系统的设计与实现

刘兆广¹, 刘楠²

(1. 天津市安正电力物资有限公司, 天津 300160; 2. 哈尔滨电力物业管理有限责任公司, 哈尔滨 150001)

摘 要:以连运港仿真培训变电站系统(TTS)为背景,结合天津电网实际情况,较详细地介绍了大型仿真变电站软件的设计思想和总体结构。TTS系统是以物理仿真与计算机数字仿真相结合的大型仿真培训系统,它突出了实用性、技术先进性和功能完备性,达到较高的应用水平,对于提高变电运行人员的技术水平及电网的安全运行有着极大的意义。

关键词:仿真;培训

中图分类号:TP391.9 文献标识码:B 文章编号:1009—255X(2002)07—0018—03

The Design and Realization of Primary Grid Substation's Simulation Training System

LiuZhaoguang¹, LiuNan²

(1. Tianjin Anzheng Electric Power Material and Equipment Corporation Limited, Tianjin 300160, China;
2. Harbin Electric Power Property Management Corporation Limited, Harbin 150001, China)

Abstract: This essay introduces the design method and overall composition of primary grid substation's simulation training system in detail, in the background of Lianyungang TTS, connecting with the reality of Tianjin electric power grid. The TTS is a large-scale simulation training system, with physical simulation and computer digital simulation in connection. It is of great importance to improve the substation workingman's technology level and the power grid security, highlighting practicality, technology advance and function completeness.

Keywords: Simulation; Training

0 前言

随着国民经济的发展,电力系统中新设备、新技术的应用日趋广泛和复杂,这对变电运行的操作人员提出了更高的要求,操作人员不但要在正常运行状态下准确无误地完成各种操作任务,而且在出现各种故障以及不正常工作状态下能够及时作出反应,具备相应的处理能力。如果处理不及时或误操作,不但危及人身安全而且直接影响用电部门的生产。电力系统的特性决定了不能在实际设备上进行学员培训。因此,如何找到一条经济、实用的途径提高操作人员的技术水平,保证电力系统安全、经济、

优质的运行,具有相大的现实意义。

现代电子技术、计算机科学的应用和发展为满足电力系统的要求打下了坚实的基础,各种规模的电力仿真系统使学员能在模拟环境下尤如身临其境,进行全方位的模拟操作,使其操作技能和对各种缺陷、异常、事故现象的分析、判断、处理能力在较短的时间内得以迅速提高。TTS系统正是基于此目的研制开发的。

1 TTS系统硬件结构

TTS系统以物理仿真与计算机数字仿真相结合的方式构成的。电器部分的控制屏与实际屏按1:1的比例相仿,部分保护屏保留完整的二次回路、指示灯及保护压板。除了模型化的保护装置外,其中10KV有一条线选用电磁式原型保护,110KV一条线选用PLH—IIA/B整流型距离零序重合闸。计算机部分是由三台不同配置、不同型号的微机组成。其

收稿日期:2002—04—09

作者简介:刘兆广,1968年出生,1990年7月毕业于哈尔滨电工学院电机系工业电气自动化专业,现主要从事电力系统所用机电设备的成套及供应工作。

中一台工控机附一扩展箱作为前置机,并配有23块外围板用以控制12个控制屏和13个保护屏,两台AST机分别作教练机和学员机,三台计算机之间通过RS-232串行口联络。系统结构见图1。

TTS系统的仿真模型具备多个电压等级,共计36个节点,其中连云港仿真变电所内有220KV、110KV、10KV三个电压等级的两台变压器。

2 TTS系统软件设计思想

在TTS系统中计算机系统毫无疑问地成为仿真装置的核心,因此能否实现设计要求,软件系统的开发研制是关键。TTS系统软件是由运行在前置机、教练机和学员机的相应软件模块组成,每台计算机上的软件有其各自的侧重面,通过通信软件协调工作,将仿真和培训两种功能有机地融为一体。

前置机软件及时采集各种开关、刀闸、按钮、插锁、压板等设备部件的位置状态,根据它们的位置变化修正电网数进行潮流计算,将输入量及计算结果传送给教练机和学员机,动态地检测学员误操作引起的故障和异常现象,对这种检测出的和教练员设置的故障或异常能作出相应的处理,通过控制各类信号指示灯、光字、显示仪表,音响装置等输出设备部件,为受训者提供与真实变电站完全一致的操作和指示。

教练机软件是TTS软件系统和用户的重要接口,它是用当今流行的软件开发工具中文Windows98和BORLAND C++3.1开发的。培训、监视和设置是教练机软件的主要功能。教练员可依据电网的运行情况调用操作票生成系统生成调度票和倒闸操作票,向学员下操作任务,待学员操作完毕后,调用评分系统对学员的操作进评定,还可以通过系统提供的设置功能在图形界面。菜单上设置故障、异常和缺陷,在系统运行期间教练员可随时利用监视功能察看电网的运行方式和状态。除此之外,教练机软件还具备图表的打印,对事故、异常、缺陷的咨询,系统状态的设定等功能。

学员机软件有教练机软件的部分功能,学员通过它能监视系统的潮流变化,负荷曲线、保护配置、各接线电路图的开关、断路器状态,还能进行缺陷咨询。需要指出的是学员的操作是在接到教练员下达的调度票后,根据自己的经验和知识在操作室内的控制屏、保护屏和模拟操作屏上实地操作的。TTS系统是由前置机采集各设备部件的状态及时跟踪了解学员的操作,而学员机主要作用是在操作室内为

学员提供监视和咨询功能。

3 TTS软件主要模块功能简介及程序流程

3.1 潮流计算

潮流计算模块能完成电网处于多种方式下的在线实时潮流计算,当系统出现下列情况之一时调用该模块:

(1)正常操作引起一次回路输入量状态改变。

(2)系统处于故障状态时。

(3)定时计算。电网的系统负荷是根据事先提供的负荷曲线变化的,软件按所划分的时段定时取出各时刻的负荷计算潮流。

(4)人为改变电网结构。教练员可以利用系统提供的功能设定网络的运行方式,停役或投入一些线路。

3.2 网络结构确定模块

潮流计算主要是解反映电网特征的非线性方程组,因此当网络变化时能及时地确定网络参数是潮流计算的前提条件。网络结构确定模块包括正常操作引起的线路状态变化、教练员人为改变网络结构、以及电网处于故障状态情况下对网络参数进行修正,准确的反映网络的结构。

3.3 事故动态诊断模块

该模块监视电网的变化,能检测出学员误操作引发的接地、带电合闸、误拉刀闸等多种类型的故障,然后自动转入事故处理模块。

3.4 事故处理模块

该模块可处理教练员设置或动态检测出来的共计三百多种故障,模拟各类事故过程的控制、保护逻辑和电气量的动态变化情况。

3.5 通信模块

系统采用中断方式实现三台计算机之间的信息传递。主要传送的数据有一次和二次设备的状态、计算结果和各种设置信息。为了减少数据的传输量,每一开关的状态仅对应一个字节中的一位,因此利用计算机串行通讯口完全能满足系统通信的要求。

3.6 中断处理模块

为了对一些事件能及时地处理,系统中设定了数十种中断控制信号,主要有各线路的信号复归,变压器调压、收发讯机的发讯和停讯以及各计算机之间所传送数据的动态接收等。当程序检测到这些中断信号后,暂时中断当前程序的执行,转入相应的中断处理模块,待中断处理结束后,重新恢复原来程序的

执行。

3.7 图形显示

为了能够使教练员和学员及时监视和了解系统的运行方式、状态 ,TTS 系统具有的图形显示功能。所显示的图形有系统简图、系统潮流分布图、主接线图、各种电压等级线路的接线图、各种保护配置图和负荷曲线、故障曲线等。各种图象都能动态地反映系统的运行方式和运行状态变化。

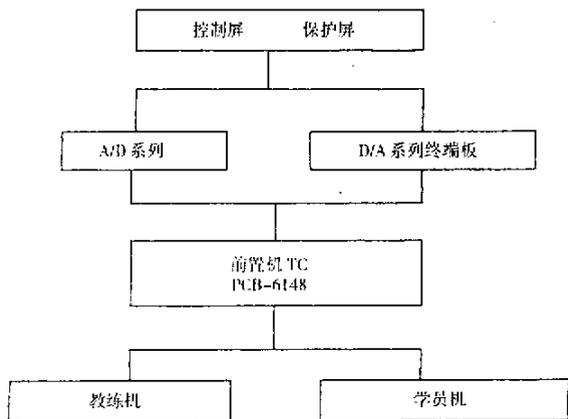


图 1 TTS 系统硬件结构

3.8 事故设置模块

教练员可通过事故设置模块在 220KV、110KV、10KV 和主变压器四幅线路图上设置变电所可能出现的各种事故。软件提供了极其方便灵活的设置手段 ,教练员只要用鼠标就可以在图形交互界面上选定故障类型、故障区域 ,保护工作方式等一系列信息 ,并将设置信息传送到前置机做相应的处理。

3.9 操作票自动生成专家系统

TTS 的操作票自动生成系统不同于以往的典型票搜索机制 ,它通过分析设备的运行方式 ,检测操作票的合理性 ,搜索停送电路径 ,自动生成符合运行和操作任务的调度票和操作票。调度票用来向学员置操作任务 ,而操作票的作用是使教练员检查学员的具体操作步骤时有一个参照的标准。

TTS 是一个较大的应用系统 ,以上介绍的只是较重要的部分模块功能。

4 结论

TTS 系统已经正式投入运行 ,实践证明系统具有以下特点 :

(1)系统能够仿真出变电站正常及故障状况 ,操作人员在控制室看到的仪表指示 ,电气系统的运行特征 ,灯光音响变化都和实际变电站相同。

(2)系统具有较高的可靠性和抗干扰能力。

(3)系统具有一定的超前性 ,电网模型及保护配置考虑了电力系统的发展趋势。

(4)系统软件技术先进 ,操作简便灵活。

参 考 文 献

[1] 秦彦波. 离散系统仿真技术研究. 计算机仿真, 1995 (2).
 [2] 刘涛. 介绍一种大型化工仿真培训系统. 计算机仿真, 1994, (4).
 [3] 西安交通大学. 电力系统工程基础. 电力工业出版社, 1981.

责任编辑 杨立民

(上接第 17 页)

洗小车前进 ,同时 G5、G7 液压油缸通过限位接近开关往复运动 ,推动摆动喷管往复摆动 ,实现对构架工件的侧架清洗。当摇枕清洗阀 T12 打开 ,G1 液压油缸慢速推动摇枕清洗小车前进 ,G2、G3 油缸在限位接近开关间往复摆动清洗 ,洗毕 ,排气 1 电机 M1、吹风电机 M4 启动 ,延时 ,排气 2 电机 M6 启动 ,风阀 T24 打开对构架工件吹干送出 ,进入下一构架工件的清洗过程或进入准备状态。

见表 1(TU4. CAO)

表 1 清洗机电控设备

M1 排汽风机电机一	X1 清洗工位接近开关
M2 高压水泵电机	X2、X3 :G1 缸后前位感应开关
M3 液压水泵电机	X4、X5 :G2 缸后前位感应开关
M4 吹干暖风电机	X6、X7 :G3 缸后前位感应开关
M5 构架牵引电机	X8、X9 :G3 缸后前位感应开关
M6 排汽风机电机二	X10、X11 :G5 缸后前位感应开关
G1 摇枕进退油缸	X12、X13 :G6 缸后前位感应开关
G2、G3 摇枕摆动油缸	X14、X15 :G7 缸后前位感应开关
G4、G6 侧架进退油缸	T12 摇枕清洗阀
G5、G7 侧架摆动油缸	T13 侧架清洗阀
T12 摇枕清洗阀	T24 吹干暖风阀
T13 侧架清洗阀	
T24 吹干暖风阀	

系统通过显示屏显示各部位工作状态 ,故障提示及工作参数设置和修改。操作面板上安装压力数显表和温度表 ,可以观测水泵电机出水压力和液压站油温度。智能电机控制器通过编程可设定各种不同的启动方式和控制功能。同时系统有手动控制功能 ,有过载、欠压、过压等保护功能。

3 结束语

该系统在白城车辆段 ,沈阳铁路局所属多家车辆段等实际投入运行 ,性能可靠 ,它的成功对加速我国铁路现代化建设有着推动作用。

责任编辑 李光辉