

变电站计算机仿真培训专家系统开发与应用

杨宛辉 许珉 谢琦 郑州工业大学电气信息工程学院 (450002)

【摘要】 介绍了220kV变电站计算机仿真培训专家系统的系统构成模式、功能和主要技术特点。

【关键词】 变电站 仿真培训 专家系统 知识表示 操作逻辑函数

1 引言

变电站是电力系统的重要组成部分,是联系发电厂和用户的中间环节,起着变换和分配电能的作用,变电站的安全运行对电力系统的影响很大。随着电力系统的飞速发展,我国电力工业的发展重点已放在电网,所以今后新变电站的建设相应也要增加。而且,随着城市电网无人值班变电站的发展,无人值班站的集控中心站的建设已进入日程。这一切,对电气运行人员的技术要求也越来越高,因此对电气运行人员的培训工作要求也越来越高。由于电气运行工作的特殊性,对电气运行人员的培训不能在运行的设备上进行。同时,对电气运行人员的培训也不是一劳永逸的,要求不断练兵提高熟练程度,完善技术水平,做到平时能够准确无误地完成正常操作,并对突发的事故能快速准确反应、正确处理,使事故影响范围尽量缩小。因此,研制功能齐全、造价低廉和使用方便的变电站计算机仿真培训专家系统,是一项很重要的工作。我们为周口地区电业局开发的220kV变电站计算机仿真培训专家系统,就是为实现此任务而做的工作。

2 系统构成模式

淮阳220kV变电站有四个电压等级:220kV主接线为双母线带简易旁路母线形式,110kV主接线为双母线带旁路母线形式,35kV主接线为单母线带旁路母线形式,10kV主接线为单母线分段形式。该站共有4台主变压器,其中2台是220kV变压器,2台是110kV变压器,总容量为30.3MW。该站接线复杂、容量大、出线回路多,是典型的大型220kV变电站。

经过研究,确定了系统构成模式为:采用计算机网络,网络由教员机和学员机组成,它们之间通过网卡联接,教员可用教员机对多台学员机上的学员进行考核,教员机和学员机也可单独运行。

3 系统功能

系统功能由两大功能模块组成,变电站操作票仿真培训系统和变电站事故仿真培训系统。

3.1 变电站操作票仿真培训系统

变电站操作票仿真培训系统由开操作票、正常运行仿真、试卷管理、特殊操作票和本系统漫游五部分组成。

开操作票部分用于操作票的管理,运行人员可直接在电气主接线图上选择操作任务,系统能根据任务和输入的运行方式生成相应的操作票。为了满足某些运行方式的需要,还可以对已生成的操作票进行编辑和修改,将它们作为特殊操作票保留起来。对已生成的操作票,可以按要求的格式打印输出。

运行人员在确定操作任务后,可以利用开操作票部分开出的操作票或自己写出的操作票通过计算机用鼠标对变电站的一次和二次设备进行仿真操作。系统同时对运行人员操作的正确性进行检查,并在操作错误时给出提示信息。

为方便对运行人员进行培训和考核,系统提供试卷管理功能。学员可以从试卷库中取出试卷,根据试卷要求自己写出操作票,然后在计算机上进行仿真操作。系统根据操作情况给出成绩并建档。教员可以利用试卷管理部分出试卷,还可以查询学员历次的成绩及操作情况。

为适应变电站特殊运行方式的需要,系统允许运行人员根据特殊任务在计算机上编写特殊操作票。生成的特殊操作票可以打印输出,也可以保存到特殊操作票库中,以便再次使用时调用。

系统提供的漫游功能是对变电站操作票仿真培训系统的主要操作步骤和方法的动态演示。该演示生动、直观、形象,并配有语音说明,以便运行人员领会和掌握。

3.2 变电站事故仿真培训系统

系统将220kV变电站常见的异常故障和可能

发生的严重事故进行系统分类,归纳成包括变压器、高压开关、刀闸、互感器、电容器、避雷器、直流系统、电力系统的异常事故及母线失压等九大类,每一大类再按设备、保护动作情况或异常运行状态详细分类。采用多媒体技术将事故发生瞬间在主控制室所能听到、看到的全部故障现象进行计算机仿真,逼真地再现事故现场的情景,给人以生动的视觉、听觉感受。接受培训的学员根据观察到的现象,在系统设置的“自我训练”和“考核培训”两种培训方式下,判断故障地点和故障类型,并进行事故处理。对学员的判断和处理,系统可以给出专家的评价。

不同的运行方式下,对事故的判断和处理是有区别的,系统提供事故发生时的运行方式,以利于运行人员的分析判断和处理。

事故仿真培训系统由自我训练、考核培训、系统扩充与修改、帮助等部分组成。

自我训练部分是由学员自己选择题目进行自我训练,系统可根据具体情况给出相应提示,并可将正确的操作步骤打印输出。

考核培训部分是由教员出题,学员根据所给出的题目判断故障类型,并进行处理。对学员的判断和处理,系统给出评判成绩并自动存档。教员还可以采用多种方式对学员的历次成绩进行统计、查询和打印输出。

为满足变电站实际需要,系统设置系统扩充与修改功能。可以在计算机上人工编制特殊故障条目、相应运行方式、现象描述和处理步骤。新增的故障条目被保存到特殊故障条目库中,以便再次使用时调用,还可对其编辑、浏览和打印输出。

帮助系统采用 Windows 通用风格建立,简单明了。

4 系统的主要技术特点

4.1 系统软件特点

本系统在 Windows95 环境下,采用 V.B 为前台开发语言编制而成,具有如下特点:

(1)可视化友好的人机界面,与其 Windows 一致的風格,简单易学。

(2)采用多媒体技术,清晰地显示电气主接线图,逼真地再现事故现场情景。

(3)具有网络功能,可实现教员对学员 1:N 的培训方式。

(4)操作简单,使用方便,系统大部分操作可通过鼠标完成,用户只需认真阅读说明书,就能掌握系

统使用方法。

4.2 全软仿真系统的实现

仿真系统实现有两种手段,即实物仿真和全软仿真。

实物仿真是指专门建一个仿真变电站,其中主要包括变电站主控制室的控制屏、保护屏等。它们与实际设备相差无几,不同之处仅在于所有现象是计算机通过仿真机模拟出,效果逼真,但是造价高、占地面积大、灵活性和通用性差。

全软仿真是完全利用计算机,营造一种逼真的环境。与实物仿真相比它真实感差,但它显著的特点是投资小,从而降低了对培训场所的要求。过去由于受到计算机技术发展和开发工具的限制,仿真效果和人机界面都不尽人意,全软放置的发展受到制约。随着计算机技术的发展,多媒体技术的日臻完善,全软仿真已成为仿真培训系统的必然趋势。

本系统应用新兴的计算机技术,充分发挥 Windows95 的强大图形功能,并结合 Access 数据库和基于 V.B 的可视化图形绘制方法,多媒体技术等实现了变电站电气主接线模拟盘和主控制室控制屏及保护屏的全软仿真。系统造价低、易于扩充、适用性强,培训手段也更加灵活。

4.3 可视化图形编辑系统

为实现变电站电气主接线模拟盘和主控制室控制屏及保护屏的全软仿真,我们开发了可视化图形编辑系统。

本系统采用可视化图形编辑方法,将需要绘制的图形分解成图元,各种图元再以控件的方式置于工具箱内,制图时把相应图元拖至编辑窗口,整个绘图过程是可视的。由于以控件方式存入工具箱内,因此图元具有相应属性,如图元的名称、类型、坐标、尺寸、元件的状态、电压等级等。按拖拉图元的顺序,这些属性自动地记录于数据库中。而若要删除某图元,该图元在数据库中的记录也自动删除。对图元进行操作后,其相应的属性也会自动修改,显示图形的过程即为数据库的扫描过程。这种存储图形的方式不仅操作修改容易,而且能利用图形属性的变化得出新的数据关系,如我们已派生出适用于仿真操作的操作逻辑函数。所以利用这种数据库绘制的图表,较容易实现基于多种规则的仿真操作。

4.4 图形驱动技术开列操作票

由于可视化图形编辑系统的图元均为控件,所以对相应图元的鼠标事件作简单编程处理,就能将菜单直接建立在图元上实现利用图形驱动技术开列

操作票使系统使用更加方便。

4.5 关系表格知识的表示方法

在专家系统中,所谓知识表示就是研究存储知识的各种数据结构及其设计方法,以便在这些数据结构中存储领域知识,并为灵活操作这些数据结构的推理过程的设计提供依据,使知识的表示方式与运用知识的控制机制相融洽。知识的表示方法直接影响到知识的有效存储和系统的知识获取能力,还影响到知识的运用效率,为内部推理提供方便。所以,知识的表示是专家系统的关键技术之一。

专家系统在电力系统中的应用越来越广泛和深入,其知识的表示大都采用产生式的知识表示方法,虽然产生式规则对知识的表示准确灵活,符合人的思维方法,但表示方法较为简单,透明度低,无法有效地描述复杂对象。传统的框架知识表示方法是一种复杂结构的语义网络,虽能有效地描述复杂对象,但当被描述对象会随机发生变化,而每次变化又按不同的逻辑关系需派生出新的知识关系时又显能力不足。

我们开发的关系表格知识的表示方法,能有效地克服上述缺点,是一种较理想的知识的表示方法。可以把它看成是一种抽象的数据结构,是数据结构和所赋予操作的组合,是数据抽象和功能抽象的统一体。关系表格知识的深度和广度上方便搜索,其追加查询和更新查询功能增加了知识库的通用性、灵活性、可扩充性,并可实现对知识库的统一管理。

4.6 基于操作逻辑函数的防误操作与验证系统

电力系统的仿真操作是一组基于规则的操作,这些操作规则含有电力系统的基本知识,还含有当地实际操作经验和习惯,难以用数学模型描述,这给仿真操作软件的编制带来困难。我们采用关系表格

知识表示方法,将变电站常见的防误操作规则转化成新的知识结构,并建立了与之相对应的数学模型,即操作逻辑函数。操作逻辑函数能作为防误操作的判据,当发生误操作时,系统经过运算可发现并自动闭锁操作,发出警告。利用操作逻辑函数,还可以对计算机形成的操作票进行验证,判断其正确性。采用这种方法,只要计算与相关设备状态有关的操作逻辑函数的值,而不需进行规则的搜索与匹配,推理速度明显提高。

5 结束语

我们为周口地区电业局开发的220kV变电站计算机仿真培训专家系统已通过省级鉴定,目前运行可靠。该系统具有一定的通用性,可方便地为其他变电站移植使用。

参考文献

- 1 杨宛辉,谢琦,姚道德.一种电气接线图的存储与可视化编辑方法.计算机应用与研究,1998,15(1).
- 2 姚道德,杨宛辉,谢琦.使用一种关系数据表格实现知识表示的研究.继电器,1998,26(2).
- 3 贾岩泽,杨宛辉等.关系性数据库在变电站仿真培训专家系统中的应用.郑州工业大学学报,1997,18(4).
- 4 史忠植.知识工程.北京:清华大学出版社,1988.10.
- 5 谢维康,施怀瑾.专家系统及其在发电厂变电所中的应用.北京:水利电力出版社,1994.6.

收稿日期:1998—08—18

杨宛辉 女,1943年生,副教授,从事电力系统及自动化研究工作。

许珉 男,1956年生,副教授,从事电力系统及其自动化研究工作。

谢琦 男,1964年生,副教授,从事计算机应用研究。

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE COMPUTER SIMULATION TRAINING EXPERT SYSTEM FOR SUBSTATION

Yang Wanhui, Xu Min, Xie Qi

(Electric Information Engineering College of Zhengzhou Technology University, Zhengzhou, 450002, China)

Abstract The forming mode, function and main technical features of substation computer simulation training expert system are introduced.

Keywords Substation Simulation training Expert system Knowledge representation Operational logic function