

电力操作票专家系统的研究与实现

于广彬¹, 牛丽², 汪玉凤²

(1. 沈阳市建设工程施工图设计审查咨询中心, 辽宁 沈阳 110032;
2. 辽宁工程技术大学电气与控制工程学院, 辽宁 葫芦岛 125105)

摘要: 在电力系统的运行中, 倒闸操作必须做到安全可靠。利用操作票专家系统自动开票不仅能提高操作票的正确率, 而且可以确保操作票执行过程的规范化。本文介绍一种操作票生成系统的组成、设计与实现。本系统中融合了专家系统理论, 开发调度操作票专家系统, 在实现过程中采用模块化设计并分别实现。该系统通过网络通信方式将与SCADA 系统共享实时数据。
关键词: 操作票; SCADA; 专家系统

Research and realization of expert system of switching sequences ticket for power system

YU Guang-bin¹, NIU Li², WANG Yu-feng²

(1. The Examining & Consulting Center of Construction Engineering Drawing Design, Shenyang 110032,China;
2. Liaoning Technical University, Faculty of Electrical and Control Engineering, Huludao 125105,China)

Abstract: Switching device must be secure and credible in power system .Creating the right switch sequence in expert system can not only improve the correctness , but also achieve normative performing of operating order sheet .This paper introduces the composition, design and realization of formation system of switching sequences ticket. The system combines the ES theory to develop dispatching operation instructions ES. During the course of realizing, it applys module to design. The system can share the real - time data with the SCADA system and also get the status and operating information of the equipment on site at substations by means of internet work communication.

Key words: switching sequences ticket; SCADA; expert system

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)20-0066-03

0 引言

电力系统操作票是电力生产运行管理系统的重要工作之一。如果操作票的制定出现半点失误, 将可能导致整个电力系统大面积的停电事故或系统瘫痪。专家系统可以处理一些常规的计算程序和分析程序无能为力或不能有效处理的问题。在电力系统中, 自20 世纪80 年代以来, 国内已经把专家系统技术运用到开列电力系统操作票的工作中。计算机人工智能中的专家系统的特点就是: 对繁琐的知识进行总结, 通过对推理控制模型的建立来提供一种思考、解决问题的方法。采用Visual C++ 和Microsoft Access 97为开发工具, 利用面向对象的编程技术实现。运行人员在网络拓扑图上点出操作对象, 选出操作任务后, 计算机即可以严格按操作规则自动生成所需操作序列。

1 系统的结构组成

操作票专家系统由4个模块组成: 知识库及其管理模块、推理机模块、数据库模块、实时数据接口模块和操作票管理模块。各模块既相互独立又相互联系。系统设计如图1所示。

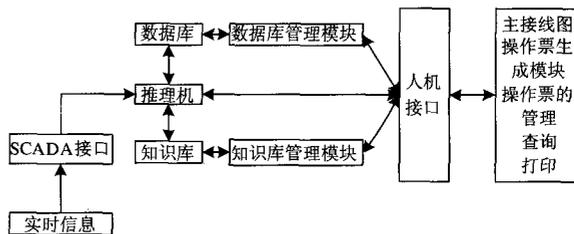


图1 系统设计

Fig.1 The design of the system

(1) 知识库及其管理模块

知识库由规则库和设备库两部分组成。知识库管理模块为运行人员提供一个可查看、具有编辑规则知识的接口,可根据现场需要,输入和修改相应的规则知识。

(2) 推理机模块

推理机模块是专家系统的核心模块。推理机是一组计算机程序,用来控制、协调整个系统,它根据当前输入的数据,利用知识库中的知识,按照一定的推理方法,找出解决问题的策略,并把结果送到用户接口。在本系统中就是从操作任务开始,推理机根据用户选择的操作任务,以操作票知识库为基础,按照广度优先的搜索策略,进行操作票的推理,从而形成一张正确完善的操作票^[1]。

(3) 数据库及其管理模块

数据库管理模块是本系统的一个有机组成部分,它包含三个数据库:一为元件参数数据库,存放各种元件的参数和状态;二为操作票数据库,保存了开出的每张操作票;三为典型票数据库,可以查询和直接使用。此模块采用了开放数据库互联(ODBC)的方法,调用Access 驱动程序解决外部应用和数据库接口问题。使外部应用方便地存取、扩充数据库,不用关心数据库的位置和格式。

(4) 实时数据接口模块

本系统使用的实时数据来源于SCADA采集的远动信息。由于各种设备的状态主要由开关和刀闸的状态决定,所以实时数据指开关、刀闸的实时状态。实时数据接口模块通过接口函数实现对实时数据的访问,实时数据的访问参数可以从配置文件中得到^[2]。

(5) 人机接口

人机接口是专家系统与用户之间的通信部分。通过它可以接收来自用户的信息,又能把推理机推出的结果显示给用户。

(6) 操作票管理模块

操作票管理模块负责操作票管理的各项工作,包括生成、修改、保存、查询、删除、预演、打印预览、打印、导出等功能。以及开票方式的选择,包括自动生成、手工开票、调用典型票、调用历史票等。

2 操作票生成的具体实现过程及其分类

操作票是记录倒闸操作顺序的票单。倒闸操作就是要改变网络的拓扑结构。系统在取得操作任务后,首先查询逻辑公式表,如果该设备在该操作方式下没有逻辑公式,系统会由输入的操作任务信息,包括操作性质和操作设备编号,在数据库中搜索与此设备有直接联系的设备,记录下这些设备的编号及操作前后的状态,并按照《电业安全工作规程》

的操作规则,形成该设备在该操作方式下的逻辑公式,之后根据逻辑公式判断现有条件下是否满足操作条件。如果满足逻辑公式,表明该条件可以进行该操作,生成操作票;否则拒绝操作并生成和显示错误信息以供用户参考。操作票生成过程如图2所示。

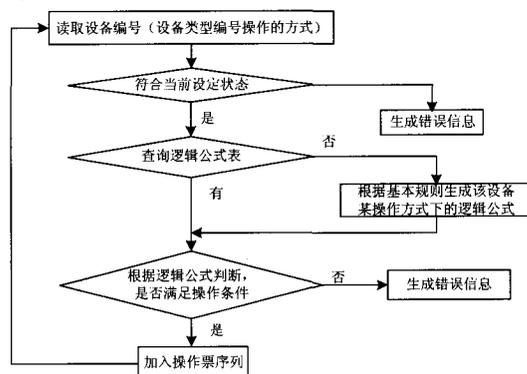


图2 操作票生成流程

Fig.2 Flow chart for generating order sheets

共有3种开票方式:调用典型票、手动开票和图形开票。自动开票和单步开票均属于图形开票方法。

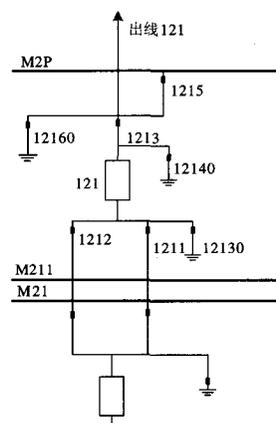


图3 电网络算例

Fig.3 Electrical network

对大量网络进行了模拟计算,现以图3所示网络(因网络太大,本例只画出其中一部分网络)为例。图中网络采用双母线带旁路接线方式,M21为工作母线,M211为备用母线,M2P为旁路母线,1211、1212、1213、1215为隔离开关,121为出线121的断路器,12130、12140、12160为接地刀闸,电流通过母线M21、隔离开关1211、断路器121、隔离刀闸1213向线路121供电。现有操作任务为121线路停电检修。将操作任务通过菜单输入计算机,计算机自动填写操作票并由打印机输出,如图4、5所示。

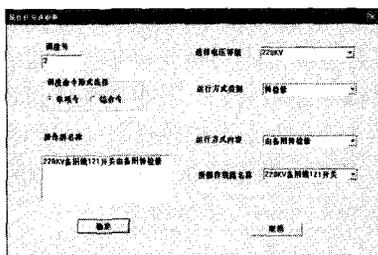


图 4 操作任务选取框选取后

Fig.4 After the choice of operation task

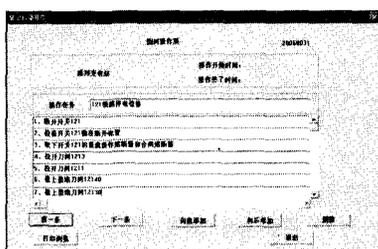


图 5 图形开票

Fig.5 The interface of figure-ordering

在操作系统上模拟完某种操作之后，当要打印操作票的时候，打印票号必须按要求输入打印票号，操作票号为8位流水号，前4位为带世纪年号(2005)，后4位以年度为单位从0001~9999号。跨年度时从0001开始。一页一号。且每一个打印票号使用一次后即作废。在未将该生成的操作票存入任何票库之前，不可以执行任何其他操作。如图6所示。

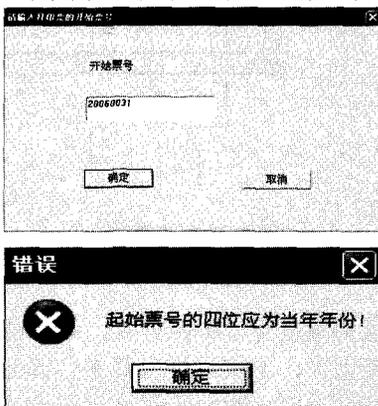


图6 输入打印票号

Fig.6 Input print number

当要打印该操作票时，若该操作票还没有添加危险点，系统会弹出警告对话框，如图7所示，提示用户是否添加危险点。

操作票的生成系统可以通过与SCADA系统的数据接口，在线地获取现场SCADA系统的实时信息，从而及时更新系统内响应设备的状态，使本系统的设

备状态与现场设备实际状态一致，从而不仅实现了实时开票的功能，而且可以确保在自动模式下生成的操作票不会出现操作项目的错漏项，提高了系统的出票正确率。

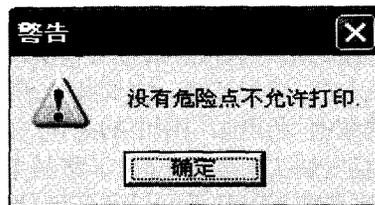


图7 警告对话框

Fig.7 Warning dialogue

3 结语

电气操作票制度是保证电力系统正常运行的一项重要措施，因此开发可靠性高、易于操作和维护的操作票管理系统具有实际应用意义。本系统以设备参数为基础，以SCADA实时数据为依据，以系统图形界面为窗口，以推理机为核心，智能生成调度运行操作票^[3]。

参考文献

- [1] 林媛媛, 王建华, 刘志峰, 等. 智能化操作票专家系统的研究[J]. 继电器, 2005, 33 (24): 59-62. LIN Yuan-yuan, WANG Jian-hua, LIU Zhi-feng, et al. The Research of Producing Intelligent Expert System on Operation - tickets[J]. Relay, 2005, 33 (24): 59-62.
- [2] 杨继涛, 胡明, 吴京, 等. 电网调度操作票专家系统的设计与开发[J]. 继电器, 2004, 32 (15): 45-47. YANG Ji-tao, HU Ming, WU Jing, et al. The Design and Exploitation of Power Dispatching Operation Instructions System[J]. Relay, 2004, 32 (15): 45-47.
- [3] 党剑飞, 刘时进, 党艳丽. 变电站操作票专家系统的设计及实现[J]. 网络技术, 2006, (12): 36-37. DANG Jian-fei, LIU Shi-jin, DANG Yan-li. The Design and Realization of Transformer Substation Expert System for Switching Sequences[J]. Network Technique, 2006, (12): 36-37.

收稿日期: 2008-01-07; 修回日期: 2008-02-28

作者简介:

于广彬(1958-), 男, 高级工程师, 国家注册电气工程师, 主要从事电力系统自动化、建筑工程智能系统等方面的设计施工与科研工作;

牛丽(1983-), 女, 硕士研究生, 专业为电机与电器; E-mail:lgdnl@163.com

汪玉凤(1962-), 女, 硕士, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事电力系统自动化、电机与电器、智能仪表等方面的教学与科研工作。