

一种新的灵活实用的操作票专家系统

王林川,焦燕莉,邓集祥

(东北电力学院,吉林 132012)

摘要:介绍了一个结合实际网络研制的地区电网调度操作票专家系统,提出了将电网结构数据库和知识库同推理机分离的思想。该系统采用框架知识表示法,将知识库与电网拓扑结构数据库均做成了外部数据库的形式进行存储。另外,还提出根据操作前电网的运行状态(初态)和操作后电网的运行状态(终态)进行开票的思想。基于上述思想开发的调度操作票专家系统,对于电网结构以及知识库的修改和扩充是非常方便的,并且,开出的操作票既保证了准确性,又具有高度的灵活性。

关键词:专家系统; 调度操作票; 数据库; 初态终态

中图分类号: TM711

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)04-0035-03

1 引言

电气设备的误操作是电力系统中的频发事故,若操作票有误则会直接导致误操作的发生。目前,倒闸操作票是由值班人员填写。为了保证其正确性,一般要由操作监护人、班长、值班长等几个层次的审核。但因为操作票复杂,项目多,前后逻辑关系严密,且与当前运行方式的状态有关,并涉及继电保护的使用方式和直流开关或熔丝的投、切等。因此,编写操作票时,要求人们对设备和各种规程十分熟悉,同时还要有一定的专业水平。可是,开票人员由于受环境、情绪等因素的影响,日久天长难免出错。

专家系统是一种基于知识的智能推理系统。它根据人工智能原理,利用专家提供的特殊领域知识进行推理、模拟人类专家作出决定的过程,用来解决那些需要专家解决的复杂问题,而电力系统操作票正是具有这样特点的问题。由此可见,利用人工智能中的专家系统来快速自动生成操作票以供现场操作或作为一种重要辅助决策手段是今后发展的必然趋势。

现有的电网调度操作票专家系统,由于对知识的表示大多采用产生式表示法,即采用“IF 前提 THEN 结论”的形式直接表示操作规则,将操作规则做在程序中,通过程序代码来实现,没有做到将规则库与推理机分离。这样一来,当用户需要修改或扩充规则时就要改动程序,使知识库的可维护性受到很大限制。并且,由于各电网的网络结构、二次设备

配置等具体情况不同,把知识库做在程序里所实现的调度操作票专家系统,其通用性会受到很大限制。为此,本文提出将知识库与推理机分离的思想,采用框架知识表示法,将电网拓扑结构库和知识库从程序中分离,均做成外部数据库的形式,实现知识库与数据库于一体^[1],以适应系统网络结构扩建及改建的要求,满足知识库中知识的修改和扩充的需要,并且使系统具有一定的通用性。

此外,操作票不仅与操作任务相关,而且与操作前后电网的运行状态密切相关。当电网的运行状态不同时,同一任务下开出的操作票是有差别的。为此,本文又提出根据操作前电网运行状态(初态)和操作后电网运行状态(终态)进行比较来开票的思想,这样开出的调度操作票既保证了正确性,又具有高度灵活性。

2 系统的总体结构

作为实用的调度操作票专家系统,其智能性、通用性、用户可维护性是其重要的特征。本文采用模块化思想,整个系统由知识库、电网结构和状态库、电网图形模块、推理机以及人机接口五个部分构成。其中,将操作规则、系统的领域知识、电网结构等知识的表达都采用框架表示法,以外部数据库的形式进行存储。将电网图形模块中与各个操作任务相关的系统接线图以文件的形式进行存储。并且,将电网图形模块与电网结构和状态库模块相联,使系统接线图(初态图、终态图)直接反应系统运行前后的状态,并且,用户可以在电网图形上直接改动,从而构成良好的图形用户界面。将推理机做成程序,存于外部数据库中的规则来控制它的推理过程。

这种模块化的思想以及将知识库、电网结构和

收稿日期: 1999-09-16; 改回日期: 1999-11-05

作者简介: 王林川(1955-),男,副教授,主要从事人工智能在电力系统中的应用研究。

状态库同推理机分离的方法对于系统的通用性、用户可维护性都是很有益的。其总体结构框图见图1。

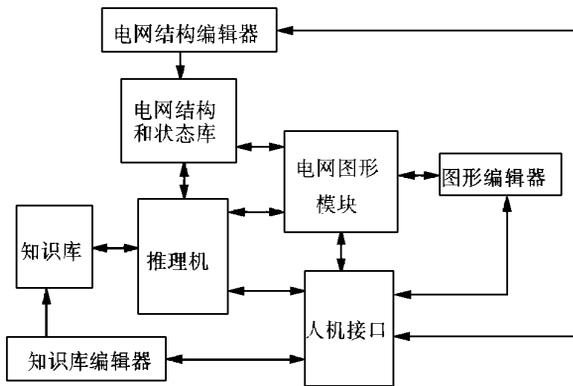


图1 调度操作票专家系统的总体结构

3 主要功能模块介绍

3.1 电网结构状态库与知识库模块

建立专家系统的一个关键性问题是知识表示。知识表示是指研究存储知识各种数据结构及其设计方法。知识表示是否合适直接影响到知识是否便于在计算机中存储、检索、使用和修改。

目前,在调度操作票专家系统中常用的知识表示方法有产生式表示法和框架表示法。对于规则和领域知识常采用产生式表示法,对于电网拓扑结构知识常采用框架表示法。产生式表示法具有清晰性、模块性、灵活性等特点。但它的不足之处在于:简单的产生式系统由于各条规则相互独立,知识的表达能力较差,且按顺序检索,在复杂问题的求解过程中效率较低^[4]。并且,如果用“IF 前提 THEN 结论”的形式实现时,把知识库用程序编码来实现,使系统的通用性和用户的可维护性都受到很大限制。框架表示法是一种结构化的知识表示形式,适合于表示固定的概念、事件和行为。并且,它是一种多层次的数据结构,框架下面可以设立子框架,各框架之间也可以通过槽的关联构成框架网络。表达能力非常强,不仅适合于表达复杂的电网结构知识,而且也适合于表示操作规则和系统领域知识。框架表示法的另一优点是:对于同一种类型的知识,可以用一个通用的数据结构进行存储,当新的情况发生时,只要将新数据添入框架即可,修改、扩充非常方便。

基于上述原因,本文所指专家系统的知识表示全部采用框架表示法。并应用溶知识库与数据库于一体的思想^[1],将知识库模块、电网结构和状态库模

块都存于外部数据库中。

电网结构和状态库模块由单位、网络、静态开关、初态开关、终态开关等五个框架集构成,均存于数据库中。这五个框架集相互关联,构成框架网络,可以完整地表示电网的结构和系统的运行状态。其中单位、网络、静态开关框架集用来表示电网的结构,初态开关和终态开关框架集用来表示系统的初始状态和目标状态。

其中单位框架集是描述所管辖的全部厂、站的属性。包括单位名称、编号、类别、母线接线方式、母线方向、母线电压等级等。每个厂站对应一个厂、站框架,在数据库中体现为一条记录。网络框架集中存放线路或变压器的名称、编号等信息。静态开关框架集中存放断路器的名称、实际号、所在单位号、所联接的线路或变压器编号等信息。当设备不是通过断路器相联时,用隔离开关代替断路器,作为基本的连接设备。通过静态开关框架集的后两个槽,将它和单位框架集、网络(注:这里指电力网络)框架集之间构成一个框架网络,可以完整地描述电网的结构。

初态开关和终态开关框架集用来描述断路器(隔离开关)以及它周围的隔离开关、地线的初始状态和目标状态。从而,能够表示系统运行方式的变化。

知识库模块由规则、线路或单位所联断路器、倒负荷、保护、消弧线圈等五个框架集构成,也都存于外部数据库中。本文所指专家系统采用深层知识表达形式,将操作票分为倒负荷、动开关、刀闸、地线、动保护、动消弧线圈等子操作项。依据任务类型,按不同组合存于规则框架集中,因此,规则框架集是其他框架集的父框架。倒负荷框架集、线路或单位所联断路器框架集分别按一定顺序存放具体单位或线路在倒负荷或动开关、刀闸、地线时可能涉及到的断路器的实际编号。保护框架集中存放各个断路器的继电保护和自动装置等信息。消弧线圈框架集中存放与各个操作任务相关的消弧线圈的信息。这五个框架集通过规则框架集这个父框架相联构成框架网络,并且通过断路器槽与电网结构和状态框架模块相联,构成一个完整的框架网络,用来表示系统的规则、领域知识以及电网的结构和状态。

该模块的特点是:用户的可维护性好,系统的扩充和修改方便。当系统新增线路或厂站时,只要通过窗口向各个数据库中添加新的记录即可。使本文所提专家系统具有通用性。由于这个系统的

知识表达采用深层知识表达方式,并且将知识库与推理机分离。这样,当建立一个新的调度操作票专家系统时,将各个数据库清空,然后按字段要求,重新添入新的记录,就可以适应新的调度操作票专家系统,而不用从头建起。

3.2 推理机

推理机是专家系统的核心之一,是指运用知识求解问题的方法。它能实现推理和控制两个功能。推理是指运用已有的知识和规则,推出新的结论。控制的作用是确定规则是否匹配,以及当规则匹配或不匹配时来决定下一步的工作。由于本文所提调度操作票专家系统将知识库、电网结构和状态库都做外部数据库的形式,所以其推理机的主要功能是控制。由外部数据库中各类任务涉及的子操作项来控制推理机的搜索路径,并且根据初开关框架集和终开关框架集中各个断路器以及其周围的隔离开关、地线的初始状态和目标状态进行比较,来决定是否对这些一次设备进行操作。然后分别查询保护及消弧线圈框架集,决定是否对二次设备和消弧线圈进行操作。

3.3 电网图形模块

电网图形模块是由开票和绘图两部分构成。

3.3.1 开票模块

由于本文所提专家系统完全根据操作前电网运行状态(初态)和操作后电网运行状态(终态)进行开票,与电网的初态和终态紧密相关,为此在开票模块中提供与各个操作任务相关的系统初始状态图和目标状态图作为整个系统的一部分用户界面。并且将它们分别与初态开关及终态开关框架集相连,从每张系统接线图上都可以看出此时断路器、隔离开关、地线的状态。用户在校验系统初态、终态时,只需面对熟悉的系统接线图,用鼠标在图上的断路器、隔离开关、地线上点击,就可以改变其在初态开关和终态开关框架集中的状态。从而,使初态开关框架集和终态开关框架集获取正确的系统初始状态及目标状

态。

这种把系统接线图作为用户界面,并且把图与数据库相连接的办法,使得用户面对熟悉的系统接线图就可以完成对初态开关框架集和终态开关框架集的修改,非常直观和方便。

3.3.2 绘图模块

当系统扩充和修改时,用绘图模块来绘制系统变化部分的系统接线图。绘图模块中有一个绘图工具箱,里面包含各种设备,当点击时就会弹出设备的图形,并可以自由拖动,只要用直线把它们连接在一起,就可以构成新的系统接线图,非常方便。并且,其中的断路器、隔离开关、地线等通过菜单选择与电网结构和状态库模块相连,确保了系统维护的一致性。

4 结论

采用框架表示法,并应用知识库与数据库于一体的思想,将知识库和电网结构以及状态库做成外部数据库的形式,便于知识的存储、检索、修改和扩充,用户的可维护性好。将知识库与推理机分离,采用深层知识表达方式,使本调度操作票专家系统具有一定的通用性。此外,采用根据操作前电网的运行状态和操作后电网的运行状态的思想进行开票,既保证了开票的正确性,又具有高度灵活性。

参考文献:

- [1] 孙雅明,张沛. 电力系统的知识获取和知识库维护管理. 中国电力, 1996, (8): 13~16.
- [2] 盛四清,张文勤,顾雪平. 电力系统事故处理专家系统工具的设计与实现. 华北电力大学学报. 1997, (7): 27~31.
- [3] 陈树勇,王林川. 地区电网调度操作管理专家系统的应用. 中国电力, 1994, (5): 67~68.
- [4] 杨以涵,唐国庆,高曙. 专家系统及其在电力系统中的应用. 水利电力出版社.

A flexible and practical expert system for scheduling operating card

WANG Lirchuan, JIAO Yur-li, DENG Jixiang
(Northeast China Electric Power Institute, Jilin 132012, China)

Abstract: An expert system based on actual network for scheduling operating card in area power network is presented and a new idea that knowledge base and structural databases of a power network are separated from the inference machine is proposed in this paper. The frame knowledge representation approach is applied to the system in which the knowledge base and topology structural database of power network are saved as external databases. Moreover, a method to dispatch operating card based on the power system's primary state and its goal state is used in the system. It is easy to modify and expand the power network structure and knowledge base on this idea and the dispatched operating card features accurate and flexible.

Key words: expert system; scheduling operating card; database; primary and goal state