

# 大型变电站操作票自动生成专家系统

邹 军 许 珉 姜和恭  
( 郑州工业大学计自系)

**摘 要** 根据某市电业局大型变电站( 220KV ) 的实际情况, 本文作者介绍了一个自动生成、编辑、贮存及打印操作票的多功能软件包, 系统采用 Borland C++ 开发, 运行于 Microsoft Windows 平台下, 能够显示该站一次接线和进行模拟操作; 同时, 该软件包采用黑板技术( 动态数据库), 建立基于规则的前向推理机制, 自动生成适应于当前状态的操作票。

**关键词** 专家系统; 知识推理; 培训仿真

**中图分类号** TM 769

大型变电站电网结构复杂, 而且担任地区负荷传输和分配的枢纽任务, 电气倒闸操作的正确性尤为重要, 因此要求运行人员在开列操作票时具备丰富的经验, 同时还要求其始终保持高度注意力。为了提高运行人员的工作素质, 我们开发了操作票自动生成专家系统。

该系统是基于专家系统理论开发的, 其主要由知识库和推理机构成。

## 1 系统总体结构

本系统主要由下列模块构成: 推理机模块, 知识( 数据) 库模块, 操作可靠性评估模块, 主接线作图模块, 模拟操作模块和人机接口模块。

推理机模块是本软件包的核心模块, 负责系统的推理, 操作票生成及数据的驱动策略。

知识库( 数据库) 模块可分为事实库和规则库, 其中事实库中存储静态知识, 它包括开列操作票所必需的知识, 如该站的“开关名称”、“变压器名称”等, 规则库则存储开列操作票的引导符合该站习惯的经验知识, 如“停电时先断开开关, 再拉开刀闸”( 引导知识), “停运开关时, 先断开线路刀闸, 再断开母线刀闸( 经验知识) 。

操作可靠性评估模块是针对某一类操作对主接线供电可靠性进行估算的模块。该模块可以将某一类操作的可靠性前后数值进行比较分析, 其结果以报表形式显示在对话框中。

作图模块是一个电气主接线的编辑集成环境, 其可以实现电气主接线元件的绘制、移动、删除等图形编辑功能, 并且提供丰富的图元集合, 对每个元件的大小、颜色、线型等进行选择, 可以在较短的时间内编辑生成一张完整的电气主接线图。

模拟操作模块是对已经生成的操作票在显示器上进行模拟顺序操作, 用户进行手动操作, 计算机进行智能判断正误, 这样可以防止误操作, 同时对人员进行培训。

人机接口模块主要功能是完成人机对话通讯, 一方面完成软件包的通用功能, 如打印,

存储等功能;另一方面完成推理过程中知识信息的获取。本软件包是在 Microsoft Windows 平台下开发研制的,人机界面完全符合 Microsoft Corporation《Microsoft Windows 应用界面开发高级指南》的要求。

本软件包结构框图如图 1 所示:

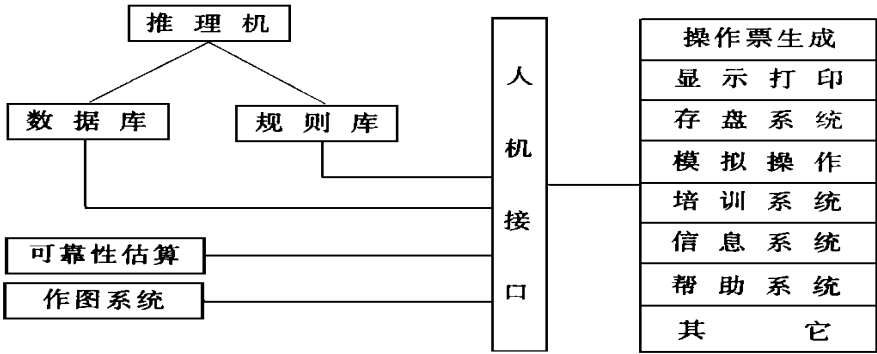


图 1 软件包结构框图

2 知识库(数据库) 模块

2.1 知识的归纳总结

为了有效地进行知识的归纳总结,对变电站知识采用层次结构,即采用树状结构对所用知识进行分类,树状结构如图 2 所示:

在本系统中,操作知识分为变压器知识、母线知识和线路知识、对于这些知识可以根据不同的电压等级,操作类型等进行进一步分类,因此知识库可按知识类别构成一棵树。

该知识树主要用于对操作设备进行分类、控制推理路径的选择,引导搜索方向,以提高搜索效率。

根据上述知识分类方法,相应的规则主要是控制级规则,其用来引导正向推理的策略。

2.2 知识的表示

本专家系统主要采用产生式规则进行知识表示、产生式规则由条件(前提事实)和结论组成,其基本形式为:

If<条件>            Then<结论>

则控制级规则表示为:

Rule 1: If<操作设备是线路>

          Then<推理转向线路子目标知识模块>

Rule 2: If<操作设备是变压器>

          Then<推理转向变压器子目标知识模

块>

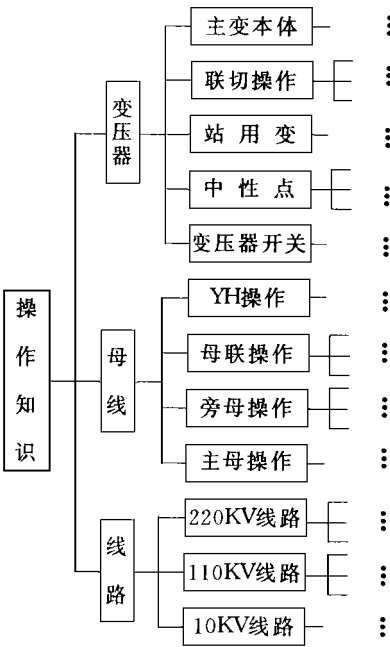


图 2 变电站知识树状结构



1) 启动本系统, 数据进行相应的初始化操作, 工作数据装入内存, 这些数据包括该站设备名称, 二次设备信息等。

2) 工作数据, 经由内部数据库管理系统和推理机的提取, 形成动态数据库, 于本次操作有关数据填入“黑板”中。

3) 调用控制级规则, 激活符合当前动态数据库中某一可用规则, 该规则引导推理机的推理流向。

4) 由 3) 策动, 调用相应的子框架, 取得本次操作任务所需操作项, 放入内存动态数据库中( 黑板), 该黑板是一个队列数据结构。

5) 由 4), 调用子框架, 直至无可用规则激活。

6) 重复 3) — 5), 直至所用控制级规则被试用完毕, 这时, “黑板”中已经存储了相应的操作票条目。

在推理机模块, 其关键技术是如何激活可用的控制级规则, 这实质是一个回溯遍历算法。即先由数据策动模块得到操作信息, 如本次操作信息是“线路操作”, 则从底向上寻找有关线路的规则, 当遇到一条可用规则马上激活( 产生一次调用), 如果在本分支内无可用规则, 则尝试另一分支, 直至找到可用规则为止。

## 4 结论

本系统主要有以下特点:

1) 根据本系统设计的操作票专家系统可以保证操作票生成的正确性, 符合电力生产的实际需要。

2) 本系统留有可扩充的程序接口, 可以适应变电站扩建或者电力系统运行方式的变化, 因此本系统具有用户可维护性。

3) 快速灵活的电气主接线模块为快速准确估算结构变化的主接线供电可靠度提供了可能性。

因此, 本系统是一个符合电力生产实际, 具有实用价值的专家系统。

## 参 考 文 献

- 1 谢维廉, 施怀谨专家系统及其在发电厂变电所中的应用. 水利电力出版社. 1994
- 2 孙雅明. 人工智能基础. 水利电力出版社. 1992.
- 3 (美) Microsoft Corporation 编. MICROSOFT WINDOWS 3.0 程序设计指南和工具. 电子工业出版社. 1991

# Operating Ticket Expert System for Large Scale Substation

Zou Jun   Xu Min   Lou Hegong  
(Zhengzhou University of Technology)

**Abstract**   The authors proposed a method of generating the operation order by computer automatically. The softwares are developed by Borland C++ and can be run under Microsoft Windows. The pack can generate, edit, save and print operating-ticket of substation; at the same time, it can carry out the function of dynamic training simulator for substation operator and display the network of substation. Furthermore, a control centre model implemented on the rule-based expert system is presented. The radical algorithm is the method of data-driven, backtracing and depth-first searching.

**Keywords**   expert system; data-driven; training simulator  
(上接 15 页)

## 参 考 文 献

1   S 铁摩辛柯, S 沃诺斯基著. 板壳理论. 科学出版社. 1977

# Rectangular plate Bending with Three Edges Supported and One Edge Free

Xu Qilou   Jiang Rui   Long Yejun  
(Zhengzhou University of Technology)   (Henan Light Industry School)

**Abstract**   In this paper, using a computation pattern, the bending solution of six rectangular plates with three edges supported and one edge free are derived under the uniform load or distributed load on the plate, under the distributed shear or concentric load or distributed or concentric moment at the edge. The results indicate the method has the advantage of rapiadly converging and high precision.

**Keywords**   Bending of elastic plate; rectangular plate