

# 关系型数据库在变电站仿真培训专家系统中的应用

贾岩泽 杨宛辉 谢 琦 戚良娣

( 郑州工业大学计算机与自动化系)

**摘 要** 知识库和数据库是专家系统重要的不可缺少的组成部分,其性能的优劣直接影响到软件的通用性和易操作性,也直接影响到用户对整个专家系统的评价。本文对利用关系型数据库表示和存储知识、信息的方法进行了分析研究,并以事故仿真部分为例探讨了关系型数据库在变电站仿真培训专家系统中的应用。

**关键词** 关系型数据库;仿真培训;变电站

**中图分类号** TP392

## 0 引言

电力系统运行设备的倒闸操作及事故处理是一项重要而又复杂繁琐的工作。操作项目多且工作经验性强,对操作人员要求很高,而且受环境和人为因素的影响很大。操作票及仿真培训专家系统的发展为解决这一问题提供了有利条件,可将操作人员从繁琐的操作票中解放出来,并且能较快地将一般的电气运行人员培养为具有运行专家的水平。专家系统的组成结构如图 1<sup>[1]</sup>所示。

知识库、数据库和推理机是专家系统重要的不可缺少的组成部分,其中推理机是根据一定的推理机制和控制策略对知识库和数据库的内容进行的匹配。因此知识库和数据库性能的优劣直接影响到软件的通用性和易操作性,也直接影响到用户对整个专家系统的评价。本文是在承担河南省周口市淮阳变电站仿真培训专家系统科研项目的基础上完成的。本系统采用 Windows<sup>95</sup> 作为开发平台,Microsoft Visual Basic 作为前台开发语言,数据库则采用 Access<sup>7.0 for Windows</sup><sup>[2]</sup>。本文对仿真培训专家系统中的关系型数据库进行了分析研究,探讨了基于 Access<sup>7.0</sup> 的数据库在专家系统中的应用。

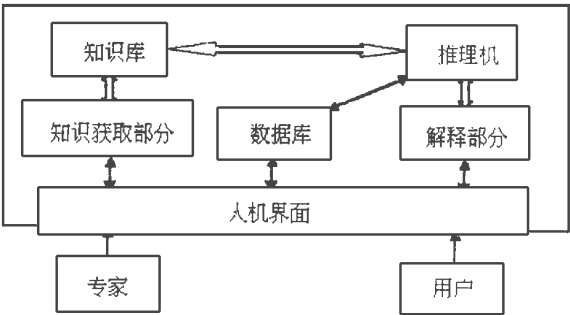


图 1 专家系统的组成

1 专家系统中的关系型数据库

目前,数据库技术中常用的数据模型有三种:即层次模型、网状模型和关系模型<sup>[4]</sup>。对应于有向树形图的数据模型为层次模型,对应于网状结构的数据模型为网状模型,采用单一二维表结构表示实体类型及实体间联系的为关系模型。由于关系模型的数据结构简单清晰,存取的路径完全由系统决定,使程序和数据具有高度的独立性,用户只需用简单的查询语句就可对数据库进行操作。而用于电力系统的专家系统大都需要存储相应电力系统的网络拓扑结构、设备额定参数及实时状态等大量的信息。为了适应这种情况,以关系型数据库的形式存储网络结构并开发功能完善的管理系统是非常必要的。

2.1 数据库的实现

目前,国内的变电站仿真培训系统多采用和控制室一比一对应的模拟控制屏和保护屏来实现,再通过数据采集系统(SCADA)和计算机相连<sup>[3]</sup>。学员可在模拟屏上进行仿真操作,比较接近实际情况,但造价较高。我们将培训操作中所涉及到的操作和现象全部用计算机进行软仿真,并结合多媒体来实现,具有功能方便和高性能价格比的特点,但是也增加了数据管理的难度。因此利用数据库对信息进行存储和管理成为该专家系统的关键技术之一。Access 7.0 是基于 Windows 环境下的一个功能强大的关系数据库管理系统,它具有单一的数据库结构,可以在一个文件中将所有相关的数据表和它们的索引、表单、报表及代码连接起来,极大地方便了文件的管理。它还可以接受来自通用的 PC 数据库和电子数据表文件中的数据,并按它们原来的格式来使用这些文件<sup>[1]</sup>。所以 Access 7.0 能很好地满足专家系统对关系数据库管理系统的全部要求。下面以事故仿真培训部分为例,简单介绍本专家系统如何使用 Access 7.0 实现数据库系统的管理。

2.2 数据库的关系结构

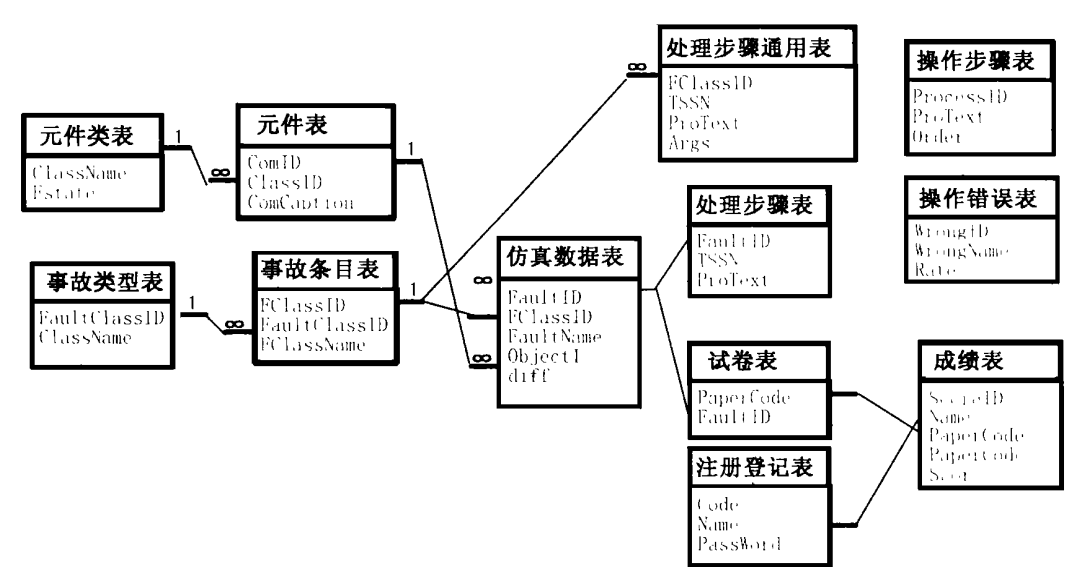


图 2 事故仿真部分的数据关系结构图

不仅包含有显式表达的事实和关系,还存储了大量的领域知识。有关变电站操作的知识、设备参数、操作内容和规则等信息,分别存放于不同的表中,这些表之间建立了索引,并存在着相应的关系,以保证信息的对应。

该部分数据库的关系结构如图 2 所示。主要包括以下几个部分:

( 1) 变电站的网络结构部分

变电站的网络结构部分主要包括元件类表( ComClass) 和元件表( Comp) 。其中,元件类表用于描述故障时所涉及到的各种元件的类别,如:光字牌、开关、指示灯、信号继电器和各种表计等。不同的元件类对应有不同的操作特点及相应的运行方式。元件表则记录了控制室中各控制屏和保护屏上具体元件的相关信息。

( 2) 事故仿真数据表

这是整个数据库的核心部分,由事故类型表( FaultClass) 、事故条目表( Fclass) 和事故仿真数据表( Fault) 组成。前两个表分别记录了事故的大类及对应的故障条目,其中事故条目表中各字段的定义如表 1 所示。事故仿真数据中存放每一事故条目所对应的事故仿真数据,即故障发生瞬间,在控制室中能听到、看到的全部故障现象,包括:仪表摆动情况、灯光闪烁情况、光字牌情况、开关变位情况以及事故音响等等。事故仿真的画面,经历由正常运行状态转到事故后状态的过程。

表 1 事故条目表

字 段	数据类型	描 述
FClassID	数 字	用来故障标识号码
FaultClassID	数 字	故障所属的故障大类
FClassName	文 本	描述故障
Diff	数 字	描述故障的难易程度

( 3) 事故处理部分

这部分内容由事故处理步骤通用表( TypeProcess) 和事故处理步骤表( Process) 组成。事故处理步骤通用表提供了事故处理对所涉及的各种操作术语和操作内容。事故处理步骤表给出事故处理的正确操作序列,并以此作为操作过程中推理判断系统的评判依据,经过加权评估,最后给学员的操作评分。

( 4) 成绩管理部分

对学员的培训不仅可通过自我训练方式,还可以采用由教员出题,对学员进行考核。注册登记表( Registered) 保存员的简明档案。试卷表( Paper) 存放由教员选出的考卷,包括考卷的名称、编员、类型等。成绩表( Score) 则记录学员的成绩和档案,学员可通过多种方式查阅试卷和成绩,但无修改权力。

( 5) 动态数据部分

存放推理过程中形成的中间结果。如操作步骤表( ProcessTry) ,操作错误表( Decide) 等。

由这几个部分组成事故仿真部分的数据文件。需要时,可通过数据接口打开此数据文件,再调用所需的表,即可实现对数据库的访问。

## 2.3 数据信息的存取过程

下面以事故仿真部分的培训考核为例,说明本数据库的数据信息存取过程。

进行考核培训时,首先由教员选择故障类型,设置考核题目。系统收到该条消息后,通过数据接口,打开故障条目表指向该记录。在使用查询功能调用故障现象表的有关信息后,反馈给数据接口,一方面作为屏幕输出图形的变化,即故障现象仿真画面,由学员进行事故的判断和处理;另一方面推理机对数据库的内容进行检索和匹配后,得出事故处理的正确操作序列。学员的每一步判断和处理步骤都被记录下来,经过评估给出相应的提示或警告。当学员答题完毕时,系统自动推出学员的最后答案和得分情况,并自动在数据库中进行存档处理。这一系列的推理和判断,都是由数据库和推理机配合完成,用户只需单击鼠标,系统就会给出相应的提示。

## 2.4 数据库的完整性和安全性

利用关系型数据库来存储和管理数据信息,为维护数据的完整性、一致性和安全性提供了可靠保证。主要体现在以下两个方面:

### (1) 数据库的完整性

数据库的完整性是指数据的正确性和一致性。不能保证数据库的完整性,会导致错误的数值,最终可能引起整个数据库的全面崩溃。关系模型所提供的完整性包括:实体完整性、引用完整性和用户自定义完整性。本数据库通过对各表建立索引和设置唯一主关键字或联合主关键字来维护实体的完整性。Access 7.0 的自动实施引用完整性避免建立与主表无联系的“孤立记录”,或者删除相关记录所依赖的记录,从而保证了相关数据间的一致性。我们在进行数据表的设计时,通过定义特定字段的数据所必须满足的语义要求,来制定完整性约束条件。当对数据库的内容进行操作时,由系统对数据的合法性和一致性进行检验,如有违反,则采取相应的动作,如拒绝操作、报告违反性情况和改正错误等,从而维护了数据的完整性和一致性。

### (2) 数据库的安全性

数据库的安全性是指保护数据库以防止不合法的使用,以免数据的泄露、更改和破坏。本系统通过由用户向机器提供用户名和口令,由系统检验其真伪性和合法性,确定该用户是否允许对数据库进行操作,以防止未被授权的用户蓄谋或无意地修改数据。另外,不同的用户对数据库的数据资源享有不同的用户权限,系统根据用户权限对用户的操作进行合法性检查,以保证数据的安全性。如学员初次培训须进行注册登记。当学员接受考核领取试题时,首先输入姓名的用户口令,由系统判别其合法性并确定其用户权限。教员负责出题,考核时还可以同时查看几个学员的答题情况,学员无此权利。

## 3 结论

Access 7.0 为本系统提供了完善的数据库工具,包括数据库的定义、访问、维护和安全措施等,同时也提供了与推理机制和图形管理友善的接口,加之加大的数据库管理系统,所有这些为本专家系统提供了数据基础,使用起来非常方便,同时也提高了整个系统的性能。

(下转 52 页)

2 徐芝纶著.弹性力学(第二版):人民教育出版社,1984.3

A Premiliary Optimization Method to a Complex Box

Qin Dongchen

Yuan Hua

(Zhengzhou University of Technology) (Hefei University of Technology, 230009)

Ren Taian

(Henan Mechanical and Electrical School, Xinxiang, 453002)

**Abstract** In this paper a dissolving and analyzing method for a complex-box beam to be reduced the re-analysis times in its structural optimization is given. The load distribution rate is declared. Using this method, the structural optimization design of the compeox-box beam is finished and obtains a satisfied result. The result gives a feasible and better initial point for the following optimization.

**Keywords** complex - box beam; structural optimization design; premiliary optimization; load distribution rate

(上接 39 页)

参 考 文 献

1 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:水力电力出版社.1994  
2 Roger Jennings. Access for Windows. 北京:学苑出版社.1994  
3 孙雅明,王玉生,姚恺等.厂、站电气人员仿真培训专家系统.电力系统及其自动化学报.1995(3)  
4 史忠植.知识工程.北京:清华大学出版社.1988

The Application of Relationship Database in the Substation Simulative Training Expert System

Jia Yanze Yang Wanhui Xie Qi Qi liangdi

(Zhengzhou University of Technology)

**Abstract** As the knowledge base and database are the essential and important parts of expert system, their functions can effect the operatability and universality of the system directly. They also have an influence on the user' appraisal. In the paper the methods of saving knowledge and data by using relationship database is analysed. Meanwhile, the author introduces the application of relationship database in the substation simulative training expert system with the example of simulative training in accidental state.

**Keywords** relationship database; simulative training; substation