

# 氧化铝生产故障诊断与处理专家系统

黄东军 王云宜 李旺兴 (长沙工业高等专科学校 410012)

**摘要:**在现有 DBMS 中引入 ES 方法构造专家数据库系统(DES)有明显的优势;氧化铝生产工艺流程复杂,故障处理涉及大量生产数据和专家经验,建立相应的专家数据库系统很有必要;本文介绍了氧化铝生产故障诊断与处理专家系统的结构,知识库构造和推理机的实现。

**关键词:**氧化铝生产故障 专家系统 DBMS 知识库 推理机

## 1. YHLES(氧化铝生产故障诊断与处理专家系统)的结构和功能

氧化铝生产具有流程长,设备多,控制复杂的特点,保持稳产高产的关键因素就是如何及时处理生产故障。氧化铝生产中有一种全局故障,是生产系统各部分相互影响,相互牵制,逐渐积累起来的故障,这种故障难预测,难处理,对生产的危害极大。如生产系统液量失衡故障,系统赤泥浆液量失衡故障等。以往管理人员在故障发生时无法及时处理大量相关生产数据,在专家(人数很少)不在现场的情况下,管理人员对故障的处理经常有不同的意见,制约了故障排除的效率,生产波动较大。针对这种情况,创建故障处理专家系统,可以迅速处理大量相关数据,并利用专家知识库进行咨询推理,确定最优解决方案,从而提高管理水平和故障处理效率。

现场专家在处理故障时,采用了半结构化方法,即专家一方面要对生产数据作一些计算或估算,同时还要借助自己长期积累起来的经验知识,对问题作出判断。因此,YHLES 系统有数据库和专家知识库两类数据库文件。在推理机和数据库之间有一个计算模块,这个模块用于模拟专家的计算或估算行为。同时推理机还有要用到动态数据库,它是一个存放在推理过程中出现的事实性知识,中间结论和目标结论的地方。YHLES 的总体结构于图 1 所示。

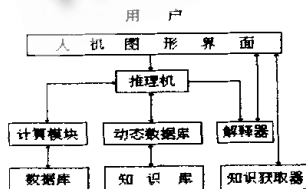


图 1 YHLES 的总体结构

## 2. 系统环境

在专家系统的实现中,人们发现,单纯的专家系统其应用领域很窄,不能访问现存的(外延)的数据库系统,极大地妨碍了系统的有效应用。而传统数据库系统又缺乏知识库,只能处理静态数据。为了充分发挥专家系统和数据库系统的长处,达到优势互补,开发出更加实用的问题求解系统,有必要将两者结合起来构造所谓的数据库专家系统(EDS)。EDS 的基本思想是把以知识表示和知识处理为主题的专家系统 ES 引入传统数据库系统,使二者有机结合,开发出能共享信息的面向知识处理的问题求解系统。这种系统既具有透明的和高效能启发式推理能力,又可灵活方便地扩充和维护知识库,并适用于多用户环境,可求解各种复杂,难度较大的实际问题。

目前,主要有两种实现专家数据库系统的方法,一种是将知识系统集成到 DBMS 中,使 DBMS 既管理数据库,有管理知识库。另一种方法是将一个现存的 ES 和一个现存的 DBMS 作为两个独立的系统结合在一起,它们分别管理知识库和数据库,只是需要在 ES 和 DBMS 之间涉及一个灵活的接口,以协调两者的工作。笔者认为后一种方法虽然容易实现,但前者有更多的优势,因为从目前的开发环境来看,数据库管理系统在图形界面,多媒体技术,面向对象技术,开发平台等方面均大大优于专家系统开发环境;在 DBMS 中,应用程序和数据库(知识库)相分离,有利于数据库知识库的维护,扩充和共享;DBMS 在数据的查询和搜索方面也非常灵活方便,为编写推理程序提供了有力的支持。基于这种考虑,我们在开发 YHLES 中,以 DBMS 为基础,引入 ES 方法,取得了较好的效果。

## 3. 知识库的构造

我们试图在 DBMS 的数据库中存放一个产生式规则库。一条产生式规则有如下的形式:

IF 条件(前提) THEN 行动(结论)

下表是某知识库的一部分:

表 1 氧化铝生产故障诊断与处理专家系统知识库(部分)

编号	IF (前提)	THEN (结论)
01	自蒸发器液位过高或压力太小	预热器冷凝水带碱
02	溶出器管内壁结疤严重	预热器进出口压差加大
03	孰料窑停一小,且赤泥浆系统总量大于 25000,且剩余设备不能平衡	需要进一步分析赤泥系统总量赤泥总量和孰料总量
59	赤泥浆失衡且液量过大	采用 12 号调度方案

用一个 .DBF 文件可以方便地将上述规则库存放起来。但是,这种存放知识原文的数据库不能直接用于推理,因为用于推理的知识库必须是一个与原文相对应的符号模式(代码)库文件,以便满足推理程序的符号模式匹配要求;而且,为了实现推理并方便知识库的扩充,有必要将前提和结论进一步分解成原子命题,例如,对表 1 中第 03 号规则,应将前提中的“孰料窑停一小”,“赤泥浆系统总量大于 25000”和“剩余设备不能平衡”分别表示为不同的符号模式。

如何利用 DBF 文件构造知识库呢?一般来说,有三点需要考虑:①知识库的结构,即字段数,类型,宽度等;②知识库中每条规则的排列顺序;③知识规则各子项的编码方法,即用何种符号模式表示命题。

(1)库结构的设计。我们定义了八个字段,均为字符型:编号字段(NUM),是标示规则记录的关键字段;条件子项字段(CON1, CON2, CON3),表示 IF 的各子项;联结词字段(LINK1, LINK2),表示逻辑联结词(AND, OR);规则使用状况字段(USED),表示规则在一次推理中的使用情况,当其值为 Y 时,表示本条规则已经使用过了,为 N 时表示未被使用过;可信度字段(CF)。

(2)规则的排列。规则的排列将影响推理效率。我们采用按编号顺序排列规则,这是一种规则冲突消解策略,在有多个规则可用时,推理程序选择排在最前面的。但也不难实现其他的规则冲突消解策略。例如,在规则库中增加一个优先权字段,给具有相同结论的规则赋予不同的权数,推理程序也相应增加一个权值处理模块,可实现按规则的权值决定规则选用。

(3)规则命题的编码。实际上,任何编码模式,只要限定长度,并能区分条件,中间结论和目标结论,都能用

于推理,推理程序只要记住这个原则即可。这就大大增加了推理程序的相对独立性和知识库的可扩充性。

每一个规则集都对应两个库文件,即知识原文库文件和代码库文件,前者用于界面信息操作(如知识的插,删,改,显示和打印等),后者用于推理。采用数据库关联的办法(SET RELATION),容易实现两个文件的联动操作。

#### 4. 推理机制

产生式系统的问题求解是一个使动态事实库转移到满足推理中止条件的过程。通常一条产生式规则的前提部分可以是能和事实库进行匹配的任何模式,若一条规则的前提部分被匹配,则该规则被称为可用的,否则为不可用的。一条规则的使用结果是产生一个结论或一个行动,并把这个事实或行动加进动态事实库中,从而使动态事实库发生转移。推理分为正向推理和反向推理,本文采用正向推理。

程序首先初始化动态事实库,即把第一条关于故障的事实放进库中。程序的主体是由 J 和 I 控制的两重循环。变量 I 就是规则记录号,在它的引导下,推理程序逐条匹配每条规则,指针每指向一条规则,首先判断该规则是否已经用过了,如果用过了,就转到下一条记录再判。在某条规则未被使用的前提下,如果规则的条件的各子项不能被事实库中的事实匹配,也转向下一条记录。如果某规则的各子项被匹配成功,那么这条规则就是可用的,于是就先给该记录加使用标记,并用变量 J 记下使用过的规则数量,然后取规则的结论。如果结论是新事实,那么把它加到事实库中去,再看加入的新事实是否是目标结论,是,则推理成功,否则继续下一条规则的匹配。如果在 I 的控制下一轮遍历未找到目标的话,则在 J 的控制下开始新一轮搜索,直到动态事实库中出现目标结论为止。如果搜索不到,则表明推理失败。本程序还通过给知识库加使用标记,防止一个规则在相同的数据上运行两次,避免了死循环。

#### 5. 结束语

YHLES 的实践运用较好地再现了专家的作用,表现出很强的综合功能。采用数据库管理系统设计知识库和推理机有比较多的优势。系统具有知识库构造的灵活性,知识库和推理程序的相对独立性,具有友好的图形界面和功能的综合性。

#### 参考文献

- [1] 陈伟文《决策支持系统及其开发》,清华大学出版社,1994
- [2] 李卫华《人工职能智能程序设计》,北京科学出版社,1989
- [3] 李绍原《数据库技术新进展》,清华大学出版社,1997

(来稿时间:1998年1月)