

基于数据库的耐磨材料选材专家系统

张天云^{1,2,3}, 杨瑞成^{1,2}, 余世杰^{1,2}

(兰州理工大学 1. 甘肃省有色金属新材料重点实验室; 2. 有色金属合金省部共建教育部重点实验室, 甘肃兰州 730050; 3. 兰州城市学院信息管理中心, 甘肃兰州 730070)

摘要: 基于数据库技术和模块化设计方法, 采用产生式规则知识表示方式, 将耐磨材料的大量相关数据、专家经验知识和选材准则构成知识库, 设计了耐磨材料选材专家系统整体框架。实现了对耐磨材料的信息存储、快速查询等功能。运用现代选材方法, 通过简单判断、典型零件选材、综合选材和目标选材进行定性、定量选材并作出评价, 对耐磨材料的使用及生产工艺的制定、新材料的开发等方面提供依据和指导。

关键词: 耐磨材料; 选材; 数据库; 专家系统

中图分类号: TB3; TP182

文献标识码: A

文章编号: 1000-3738(2006)12-0087-04

Materials Selection Expert System of Wear Resistant Materials Based on Database

ZHANG Tian-yun^{1,2,3}, YANG Rui-cheng^{1,2}, YU Shi-jie^{1,2}

(1,2. Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

3. City College of Lanzhou, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Based on database technology and designing method of modularization, adopting production rules to express knowledge, database knowledge with a large amount of data of wear resistant materials, experience knowledge of expert and principle of materials selection had been established, the whole frame of the materials selection expert system of wear resistant materials had been designed. The system realized store and inquiring of wear resistant materials quickly. By simple judgment, materials selection of typical part machining models, using modern method of generalization, and goal, materials selection, the system provides scientific evidence and technological guidance for wear resistant material using, production and development of new material.

Key words: wear resistant material; materials selection; database; expert system

0 引言

磨损是机械零件三大失效模式之一, 约80%的零件失效是由磨损引起的, 因此, 合理选择材料是获得良好产品的可靠保证^[1]。对耐磨材料的广泛研究已积累了大量的经验和数据^[2,3], 已借助数据库强大的数据处理能力加以应用, 可通过查询手段进行选材。但这种选材方式存在无法全面、完整表示专家知识并进行推理等不足, 因而在此基础之上建立耐磨材料选材专家系统势在必行。

专家系统^[4]是人工智能(AI)的重要应用领域,

是一种大型复杂的智能计算机程序, 现已广泛应用于非结构化问题的求解^[5]。它把专门领域中专家的知识、经验和所得的规律、解决问题的方法以适当方式储存在计算机中, 使计算机能在推理机的控制下模拟专家做出决定, 解决那些需要专家才能解决的复杂问题。与数据库技术相比, 它具有能够运用专家知识与经验进行推理、判断和决策的特点。如在某种材料的选择中, 其候选材料的性能, 如硬度、韧性、摩擦因数和成本等, 可以通过试验和调研得到, 而这些性能在不同工况下的相对重要性, 无法由数据库查询获得, 但可借助于专家系统中的专家知识及大量的选材判例推理得到。

目前, 知识库与数据库的结合是人工智能的一个重要发展方向^[6]。作者基于数据库技术, 运用现代选材方法^[7,8], 初步建立了耐磨材料专家系统, 实现了选材过程程序化、定量化。

收稿日期: 2005-12-05; 修订日期: 2006-03-04

基金项目: 甘肃省教育厅科研基金资助项目(0511-04)

作者简介: 张天云(1968-), 男, 甘肃兰州人, 副教授, 博士研究生。

导师: 杨瑞成教授

1 系统设计思想

利用数据库技术建立专家系统知识库,通过数据库本身的技术(关联、过滤机制和索引技术等)实现知识推理及专家系统知识库的维护。

根据耐磨材料选材准则,对大量的数据、理论知识及专家的经验进行筛选和归类,建立耐磨材料知识库,只要设计者提出零件的名称或性能要求等参数,系统便能自动根据其知识库中所储存的知识元素和已知属性(即设计要求),在推理机中进行推理,从中初选出所有符合设计要求的已知材料(可能为多种),并提供与所选材料相应的信息资料,同时根据最优化原则,按照不同的评价标准,从若干候选材料中推荐最佳的一种材料(终选)。

2 系统结构

系统采用模块化结构,其构成见图 1。其中,知识库、推理机与功能模块是系统的核心部分。

人机接口将专家或用户的输入信息翻译为系统可接受的形式,并把系统向专家或用户输出的信息转换为使用者易于理解的形式;知识管理模块的主

要功能是维护知识库中的数据,对知识库中的元素进行增加、删除和修改等;知识库以数据库的形式储存耐磨材料的各种相关数据和专家知识;推理机根据获取的信息进行推理,逐步缩小范围,最终确定结论,实现选材功能;综合数据库储存求解过程的初始数据、求解状态、中间结果、假设、目标及最终求解结果;信息获取模块以人机交互或选择组合等方式实现用户信息的输入;功能模块完成材料查询、选材及评价、性能比较和打印等功能。

3 知识库的建立

系统以产生式规则来描述知识,用确定性理论来解决知识的不确定性问题,将材料专家的知识、经验以及选材准则表示成规则的形式。知识库是专家系统的核心,它由耐磨材料信息库和规则库构成。

3.1 耐磨材料信息库

磨料磨损问题涉及耐磨工件、外界载荷、周围环境和应用效果等多个方面。因此耐磨材料信息库储存有关材料的各种信息,分为若干分库,见图 2。

耐磨材料库储存各类耐磨材料相关数据,如牌号、成分、屈服强度、伸长率、硬度、冲击韧度、抗弯强度、挠度、金相组织、摩擦因数、热处理方法和使用温度等。

磨料磨损工作库储存磨料磨损场合的介质环境参数等与应用环境有关的数据,如工作温度、相对(滑动)速度或转速、润滑情况、磨料成分、磨料硬度和其它磨料特性等数据。

服务及商业信息库是关于产品的名称、规格、形状、生产厂家、相对价格、使用单位、国标、工业标准、各国牌号对照和有关参考文献等产品信息的信息库。

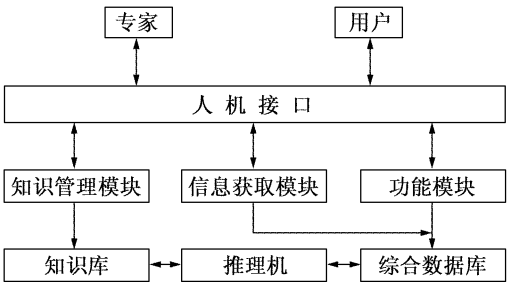


图 1 专家系统结构
Fig. 1 Structure of the expert system

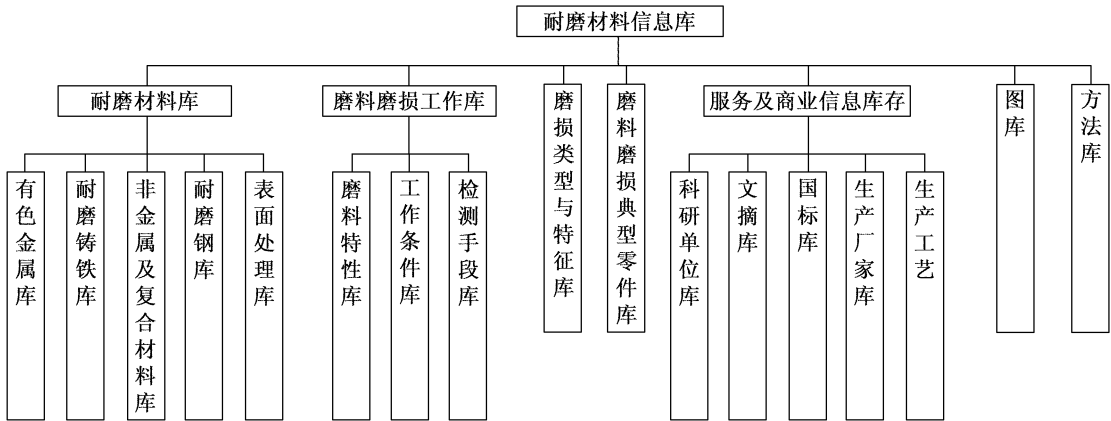


图 2 耐磨材料信息库结构
Fig. 2 Structure of information database for wear resistant materials

图库储存相关材料的各种实物图、示意图及一些典型零件在实际工作中的动态运行过程图。

方法库储存选材评价过程中所用各种数学模型。此外,还有磨损类型与特征库和磨料磨损典型零件库两个库。

3.2 规则库

专家系统中运用的较为普遍的知识表示方式是产生式规则,即以 IF...THEN...的形式出现,IF 后面是条件,THEN 后面是结论,条件与结论均可以通过逻辑运算 AND、OR、NOT 进行复合。如果前提条件得到满足,就产生相应的动作或结论。

规则和知识可以看作是数据的集合,所以规则和知识都可以通过一定的变换,以数据的形式存入数据库^[9]。在关系型数据库中,将规则存入数据库中,形成规则表。其中由若干字段表示规则的条件,若干字段记录其对应的结论,见表 1。数据库中的一条记录表示一条选材判据,追加一条规则只须增加一条记录,因而规则的增减和修改十分方便。

表 1 规则表示
Tab. 1 Rule expression

规则 序号	工作 条件 1	工作 条件 2	要求 性能 1	要求 性能 2	结论 1	结论 2	结论 3
1	湿	腐蚀 磨损	耐腐 蚀性		选防锈 金属	陶瓷	橡胶
2	凿削式 磨损		高韧性		选用 高锰钢		

系统将材料选择的大量专家经验知识及选材准则等以规则的形式存入,同时为了知识的匹配与检索的方便,采用分体储存的结构方式。由经验关系规则库和选材准则规则库构成规则库。

同时,在建立知识库前,先建立一个数据字典。将所有的条件和结论转换成一个符号,然后在知识库中将所有的记录均用相应的符号来表示条件和结论。这样,针对具有庞大数据量的知识库,可有效索引,加速查询和推理过程;而且大量的文字信息用简单的符号代替,可以节省空间。

4 推理机

推理机是专家系统的灵魂,它根据知识库中的知识,按一定的推理控制策略,实现推理过程,完成对实际问题的求解。推理机的工作机理由三部分组成:匹配、冲突解决和反应操作^[10]。

匹配完成的是规则的引用,即由输入的事实或推理得出的中间结论去匹配相应的规则;冲突解决

就是当有一条以上的规则和事实相匹配时,就需要决定首先使用哪一条规则,这其中有多种解决策略;反应操作就是规则被触发后需进行的各种处理。

本系统采用正向推理,即从初始数据推出结论,又称数据驱动策略,见图 3。推理过程为:根据用户要求,进入推理机进行逻辑判断,搜索知识库,找出适用信息和规则,调取相关数据库信息及知识判据,并存入综合数据库,完成材料的初选;然后再根据用户的要求,如按性能、组成、成本分析、加工工艺、价值工程、目标函数和模糊评判等对材料进行终选;选材结果不仅提供最佳材料,还为用户提供备用的其它材料及排序。

在推理过程中,可能有多条满足条件的结论,即有多条规则可能激活。推理机将这些规则选出,构成冲突集,进入冲突解决阶段,并按照一定的冲突解决策略从冲突集中选出一条规则执行。这个过程周期性地执行,直到求出问题的解或不再有规则能被激活为止。

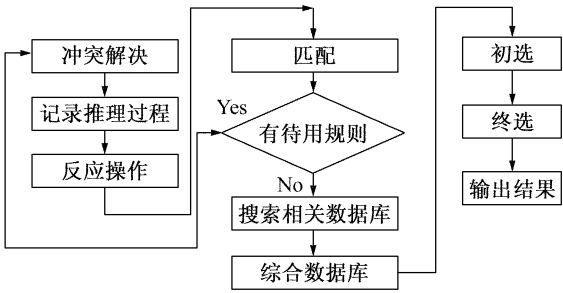


图 3 推理机工作流程

Fig. 3 The executing process of the reasoning machine

5 系统功能

本系统可实现如下功能:

利用数据库管理系统对耐磨材料的相关数据进行各种查询,如可按类别、名称、性能和关键字等,进行多字段组合,实现多重查询;还可对模糊性要求进行精确化,实现模糊查询。

帮助设计人员更合理、更主动及更精确地选择材料。满足不同选材的需求,有五种方式:(1) 简单判断选材 对用户输入的耐磨材料及工况调用相关联的数据库,并给出评价信息;(2) 典型零件选材 对用户提供的典型零件,选择与之匹配的耐磨材料,同时给出其它相关信息;(3) 综合选材及评价 根据用户提供的选材要求(如载荷、工艺和性能等)进行相近选择,初选出所有符合设计要求的已知材料,

并提供与其相应的信息资料,同时根据最优化原则从若干候选材料中推荐一种,并给出评价;(4) 目标选材及评价 实现按目标函数、价值工程和成本分析等现代选材方法定量选材,并给出评价;(5) 模糊综合评价 对多种影响因素进行定量分析、综合评价,选出符合要求的最佳材料。

将符合用户需求的材料,提供图形、曲线和数据三种直观、形象的比较方式,供用户参考。此外,还可根据用户的使用要求,提供各种打印支持。

6 结束语

作者在已完成的耐磨材料选材数据库基础上,采用可视化的面向对象设计工具 Delphi 作为开发平台。已完成了知识库及推理机的设计,正在进一步编写规则,搜集和补充材料数据;完成了选材综合评判模型的建立,实现了查询及初步的选材功能。由于知识库是系统的核心,知识表示是重点也是难点,因而其编写量与难度较大,目前,仍在补充和完善,其它相关工作也在进一步的完善之中。

(上接第 52 页)

振动能量,这是硅有利于改善阻尼性能的一面;另外硅相是六方晶格,硬而脆,其固有阻尼性能很低,因此,合金中加入 1.2% 的硅时,不但使合金晶粒严重粗化,同时硅本身的阻尼性能较低,并且与 α 相是半共格界面,二者结合良好,界面结合较强,在受力时不易滑动。初生硅相和共晶硅相都分布在晶界上,这些晶界上的硅粒子会阻碍合金界面的滑移,也不利于阻尼性能的提高。由此可见,硅的加入会引起合金多方面阻尼效应的变化。

3 结论

(1) 硅元素对铁-铝减振合金的阻尼性能影响较大,当硅含量为 0.5% 左右时,其阻尼性能最好。

(2) 磁畴的数量和磁畴界面移动能力对铁-铝

参考文献:

- [1] 詹武. 机械工程中钢材选用探讨[J]. 机械工程材料, 2001, 25(12): 20—22.
- [2] Meng H C, Ludema K C. Wear models and predictive equations: their form and content[J]. Wear, 1995, 181: 443—447.
- [3] 全健民, 李明义. 材料的冲击磨料磨损耐磨性及其疲劳磨损机制[J]. 机械工程材料, 1993, 17(3): 10—14.
- [4] 汪光阳, 胡伟莉, 张雷, 等. 专家系统及其相关技术的发展[J]. 安徽工业大学学报, 2004, 21(3): 215—218.
- [5] Joseph G, Gary R. 专家系统原理与编程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [6] 李龙澍, 倪志伟, 叶红. 一种知识库系统软件体系结构框架的研究[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(7): 1472—1476.
- [7] Charles J A, Crance F A, Furness. Selection and use of engineering materials[M]. Oxford: Butterworth-Heinemann 3ed., 1997.
- [8] 杨瑞成, 邓文怀, 冯辉霞. 工程设计中的材料选择与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [9] 陈明亮, 李怀祖. 基于规则的专家系统中不确定性推理的研究[J]. 计算机工程与应用, 2000, 36(5): 60—67.
- [10] 郁鹏, 周济, 温淑红. 知识处理中的推理机设计[J]. 小型微型计算机系统, 1999, 20(1): 20—25.

减振合金的阻尼性能影响很大, 保证适当的晶粒尺寸来增加磁畴数量并提高磁畴壁移动能力均可改善合金的阻尼性能。

参考文献:

- [1] Udovenko. Mechanism for the high damping state in alloys of the Fe-Al system[J]. ASTM Special Technical Publication, 1997, 1304: 204—213.
- [2] Pulno-sagradi D. Damping capacity of Fe-Al-X high-damping alloys and its dependence on magnetic domain structure[J]. Scripta Material, 1998, 39(2): 131—138.
- [3] 李宁, 胥永刚, 于学勇. Fe-13Cr-2.5Mo 阻尼合金的热处理工艺[J]. 机械工程材料, 2004, 28(11): 4—7.
- [4] 王卫国, 周帮新, 郑忠民. Fe-Cr-Al-Si 合金阻尼性能的研究[J]. 金属学报, 1998, 34(10): 1040—1042.
- [5] 张忠明, 王锦程. ZA27-4%Si 合金的阻尼性能及阻尼机理[J]. 中国有色金属学报, 2003, 13(5): 1175—1179.

· 纳米新闻 · 新型纳米复合涂料获发明专利

日前, 中科院金属研究所采用两步法纳米氧化物浓缩浆技术, 制备出系列纳米复合涂料, 其性能达到国外同类产品先进水平。目前, 科研人员已研制出纳米复合飞机蒙皮聚氨酯涂料, 纳米复合封孔涂料, 抗紫外线、耐磨、光催化功能涂料等具有不同功能的纳米复合涂料。该成果荣获了 2005 年辽宁省惟一的技术发明一等奖, 并获得了 13 项发明专利。

据介绍, 该所开发的两步法制备纳米复合涂料的新方法, 第一步是先制备分散稳定的纳米浓缩浆; 第二步采用有机树脂、不同种类的纳米粉体材料浓缩浆、助剂等配制纳米复合涂料。该方法显著提高了纳米粉体材料在涂料中的分散效果和利用效率, 使纳米复合涂料的性能得到显著改善。