

模具材料计算机辅助选择系统的开发*

彭修广 刘战强

山东大学

摘要:采用结构化程序和规范化数据库技术开发了模具材料计算机辅助选择系统。该系统由初始信息输入模块、材料推荐检索模块、数据库管理等模块组成。系统的数据库分为6个规则库和1个实例库,规则库是规则推理的基础,实例库存放模具材料的技术参数。系统采用规则推理方法进行推理,提出了合理的模具选材建议。

关键词:模具材料, 计算机辅助选择, 规则推理

Development of Computer-aided Selection System for Die Material

Peng Xiuguang Liu Zhanqiang

Abstract: The computer-aided selection system for die material is developed by structured program and standard database technology. The system is composed of initial information input module, material recommendation module and database administration module. The database of computer-aided selection system is divided into 6 rule bases and 1 case base. The rule base is the foundation of rule-based reasoning, while the material parameters of the die are stored in the case base. The system puts forward the rational suggestion for the selection of suitable die material.

Keywords: die material, computer-aided selection, rule-based reasoning

1 引言

模具用途很广,各种模具的工作条件差别很大,所以制造模具的材料范围很广,合理选择模具材料有助于提高模具质量、寿命、降低生产成本等。模具材料的选择是个系统工程,在保证模具质量的条件下,除要考虑模具寿命、产品的经济性、生产管理等因素,还需要考虑材料再利用和环境保护等因素^[1]。人工选择模具材料既繁琐,又不能保证选材的合理性,因此利用计算机进行智能分析来选择模具材料代替繁琐复杂的人工选材是大势所趋。

针对我国模具工业的发展需求,有必要开发模

具材料计算机辅助选择系统。本系统根据模具用途、模具预期寿命等初始信息,就模具材料的选择,遵从“满足使用要求,发挥材料潜力,经济技术合理”的原则^[2],尽量为用户推荐合理的模具材料。

2 模具材料计算机辅助选择系统总体设计方案

总体设计的任务是得到一个能够实现用户需求的模具材料选择的系统结构。系统结构能够实现系统需求阶段所规定的功能;系统容易设计和实现;系统易于维护^[3]。根据为技术人员提高合理材料选择建议这一最终目标,本系统采用结构化系统分析与设计方法将系统分解设计成功能单一、相对独立的4大功能模块的集合。这样,用户利用每一模块都可以单独进行设计、编程和测试,对系统的修改和扩充可以在相应的模块范围内进行,而不必牵动全局。

*国家自然科学基金资助项目(项目编号:50375089)
霍英东教育基金资助项目(项目编号:91054)
山东省自然科学基金资助项目(项目编号:Y2003F06)
收稿日期:2004年12月

大过盈量和预紧力,可以提高系统联结性能和最高使用转速。

参考文献

- 1 张伯霖,杨庆东,陈长年等.高速切削技术及应用.北京:机械工业出版社,2002:181~190
- 2 M. Weck, I. Schubert. New Interface Machine/Tool: Hollow Shank. Annals of the CIRP, 1994, 49(1): 345~348
- 3 ISO12164-1, ISO12164-2. Hollow taper interface with flange contact surface.
- 4 Manfred Weck, Thomas Reinartz. Determination of the maximum load capacity of HSK interfaces. Production Engineering, 2004, 11(1): 99~102
- 5 Manfred Weck, Thomas Reinartz. Untersuchungen von werkzeug- und spannsystemen unter sicherheitstechnischen gesichtspunkten. Institut für Arbeitswissenschaft, 1999: 91~93
- 6 陈火红. Marc 有限元实例分析教程. 北京:机械工业出版社, 2003: 274~275
- 7 王树林,王贵成,梁彦学等. HSK 工具系统夹紧系统的研究. 现代制造工程, 2002(12): 66~68

第一作者:李光辉,硕士研究生,清华大学精密仪器系制造工程研究所,100084 北京市

模具材料计算机辅助选择系统结构与功能模块如图1所示。系统的4大模块分别为用户初始信息输入模块、材料查询模块、数据库管理模块和数据输出模块,各模块功能如下:

(1)初始信息输入模块 该模块以选项方式接受用户提供的初始信息如冷作模具、热作模具或者塑料成型模具。

(2)材料查询模块 材料查询模块是模具材料计算机辅助选择系统的核心部分。该模块根据用户提供的初始信息,通过检索规则库,以“产生式”方式进行基于规则的规则推理,优化推荐模具材料。

(3)数据库管理维护模块 本系统的数据库包括规则库和实例库两部分。规则库是进行规则推理的基础。实例库用来存放模具材料的化学成分、物理性能、力学性能以及推荐的热处理方式等技术资料。数据库管理模块负责对数据库进行维护,具有添加、修改、删除数据的功能。通过数据库管理模块对数据库进行维护,可以丰富数据库,提高数据库的质量,优化系统的运行。

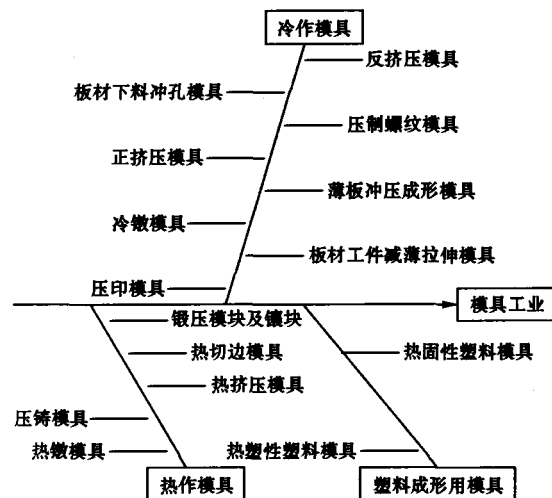


图2 模具分类

实体联系图表示数据模型,这种方法的优点:一是简单,易理解,真实反映用户的需求;二是与计算机无关,用户易理解^[3]。利用 E-R 方法进行模具材料计算机辅助选择系统的数据库概念设计,可以分为三步进行:首先对 15 种具体模具的材料选择进行局部 E-R 模型设计,然后对各局部 E-R 模型分析综合成全局 E-R 模型,最后对全局 E-R 模型进行优化得到最终的 E-R 模型。由于模具类型较多,各种模具材料的推荐条件不尽相同,实体之间的联系比较复杂,根据概念模型设计的结果,本知识库由 6 个规则子库和 1 个实例库组成。数据库具体结构如表 1 所示。

表1 模具材料数据库结构

子库名称	所含数据类型
分规则库 1	工件材料名称;模具预期寿命;模具材料牌号
分规则库 2	工件材料名称;模具预期寿命;模具表面粗糙度;模具尺寸偏差;模具材料牌号
分规则库 3	模具零件名称;模具预期寿命;工件减薄拉伸率;模具材料牌号
分规则库 4	模具零件名称;工件材料名称;模具预期寿命;模具材料牌号
分规则库 5	模具零件名称;模具预期寿命;模具材料牌号
实例库	材料牌号;硬度,抗拉强度;热处理状态;类别
总规则库	模具名称;所属模具类别

4 基于规则推理的实现

基于规则推理的知识源是规则库,应用于规则推理的模具材料主要是列入国家标准^[6]、冶金工业部标准^[7]、机械电子工业部标准^[8]内广泛应用的模具材料。这些模具材料的技术数据,如硬度、抗拉强度等性能参数均载入系统的实例库中。

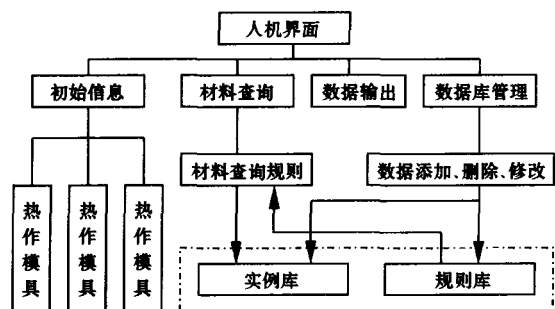


图1 模具材料计算机辅助选择系统模块

(4)数据输出功能模块 为方便用户对数据的使用,系统具备数据输出打印功能。

3 数据库结构设计

数据库结构设计的合理性直接影响到模具材料计算机辅助选择系统能否正常运行以及运行效率。数据库结构设计应该尽量避免冗余和不一致性,并且为应用程序的设计提供方便^[4~5]。

根据需求分析阶段确定的系统为用户推荐合理模具材料的功能,为便于用户使用本系统,概念结构设计阶段按模具用途将模具分为冷作模具、热作模具和塑料成形用模具 3 大类 15 种模具^[7](见图 2)。

本系统在设计方法上采用 E-R 实体联系模型的数据库概念模型设计方法。这个模型直接从现实世界中抽象出实体类型及实体之间的联系,然后用

通过对模具材料计算机辅助选择系统的数据库进行概念设计和逻辑设计,确定该系统的规则库由1个总规则库和5个分规则库组成(见表1)。总规则库包括冷作模具、热作模具、塑料成形用模具3个规则子集。系统通过搜索总规则库中的具体规则子集,缩小了搜索范围,从而提高了搜索效率。分规则库存放模具材料推荐的具体条件,如模具工作条件、预期寿命、模具零件、加工对象等条件^[9]。模具材料计算机辅助选择系统的推理过程如图3所示。

(1)基于用户输入的初始信息如冷作模具、热作模具或者塑料成型模具,基于总规则推理,确定对应的总规则子集,即模具类型。

(2)根据选定的模具类型,基于分规则推理,确定对应的分规则集,即模具预期寿命、加工对象等材料推荐条件。

(3)选定合理的材料推荐分规则,检索实例库,输出模具材料牌号、硬度、热处理方式等工艺参数。

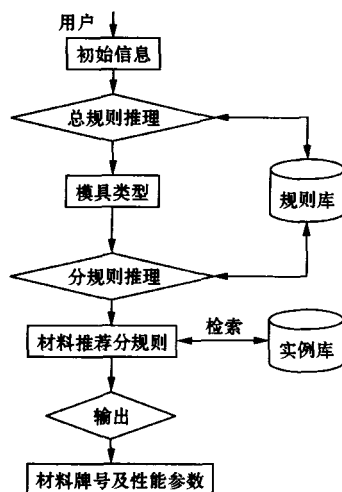


图3 模具材料计算机辅助选择系统推理流程图

本数据库采用SQL2000数据库管理系统,采用产生式规则向前推理,通过SQL命令select来实现。

5 应用实例

下面以正挤压模具材料的推荐为例来说明模具材料计算机辅助选择系统的使用。正挤压模具是冷作模具的一种,登陆系统后,首先选择“冷作模具”单选按钮,系统检索数据库输出对应的模具类型(见图4),然后点击数据窗口中的“正挤压模具”,弹出“正挤压模具材料推荐”窗口(见图5)。

正挤压模具材料的选择条件包括模具零件、工件材料、单件模具的生产批量。根据模具零件、模具加工对象的材料以及对模具寿命的要求不同,选择

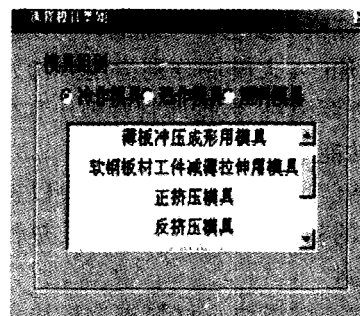


图4 模具类型选择

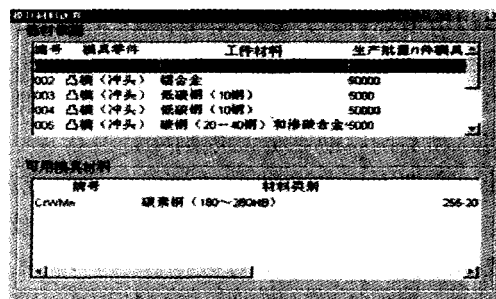


图5 模具材料查询

的模具材料也不同。如当模具零件为凸模、模具加工对象的材料为铝合金、模具预期寿命为5000件/1件模具时,可用模具材料为CrWMn;而当模具预期寿命变为50000件/1件模具时,可用模具材料改为W6Mo5Cr4V2。模具材料的牌号、硬度、热处理状态等性能在“可用模具材料”数据窗口中输出。

6 结语

本系统采用了基于规则推理的推理方法,规则推理进一步细化为总、分规则推理的推理策略,使模具材料的选择逐步深入,全面而趋向合理。

系统采用模块化设计,有较好的可维护性和可扩充性。系统界面友好、操作简单,查询直观、准确,实用性较强。该系统的应用有助于现场工作人员合理选择模具材料,在保证模具寿命的前提下,尽量降低模具材料成本。

参考文献

- 纪现磊,潘振鹏等. 模具材料优化选择与系统工程. 广州工业大学学报, 2002, 19(2): 37~40
- 陈蕴博. 热作模具钢的选择与应用. 北京: 国防工业出版社, 1994: 15~25
- 丁宝康,董健全. 数据库实用教程. 清华大学出版社
- 刘战强,万熠,艾兴. 刀具材料智能选择系统的研究与开发. 中国机械工程, 2003, 14(21): 1871~1873
- 万熠,刘战强,王遵彤等. 刀具损坏形式计算机辅助分析系统的开发. 工具技术, 2003, 37(1): 32~34

切削速度对工件表面残余应力的有限元模拟*

王素玉 艾 兴 赵 军 李作丽 孟 辉

山东大学

摘 要:针对正交切削加工建立了平面应变模型;利用通用的有限元软件,对所建立的模型进行模拟,得到了不同切削速度下工件表面残余应力模拟结果,并对这些结果进行了比较分析,得出切削速度对工件表面不同方向的残余应力的基本影响规律。

关键词:切削速度, 残余应力, 有限元

Effect of Cutting Speed on Residual Stress of Workpiece By Using FEM

Wang Suyu Ai Xing Zhao Jun et al

Abstract: An orthogonal cutting model is presented to simulate metal cutting process, and it is analyzed by FEM software. The residual stresses of workpiece are obtained with different cutting speed by using FEM simulations. The results are analyzed comparatively and the basic influence rule of cutting speed to affect the residual stress with different direction on workpiece surface.

Keywords: cutting speed, residual stress, finite element method(FEM)

1 引言

金属切削加工过程是一个时变的、非线性的动态力学系统。在此过程中刀具对工件产生强大的挤压力,使切削层在高应力、高应变、高切削温度的情况下与基体产生分离,形成已加工表面。在机械加工中,各种工艺过程往往都会产生残余应力,研究表明,残余应力产生的主要原因是由于切削过程中不均匀的塑性变形、局部高温及不均匀的相变而造成的,它对零件的使用性能有很大的影响。近年来,国外在研究切削参数对加工过程的影响、切屑的形成及切屑与刀具的接触和摩擦的有限元模拟等方面取得了足以使工程认可的成果。但由于经费、设备和材料等方面的问题,国内切削工艺对金属加工表面残余应力影响的内在规律研究尚处于初步阶段,制约了我国基础制造业的发展和进步。

以往,为了研究和计算方便,人们常常对加工过程的模型作线性化处理,但对一般的非线性化加工过程来说,这样处理引起的误差较大。计算机技术的发展推动了金属切削加工模拟技术的进步,有限

元法应用于加工过程的模拟,具有动态性、高度非线性等特点,使切削过程中刀具—工件—切屑三者的局部动态变化更形象化和可视化,为分析金属切削过程机理提供了有力的工具。

2 正交切削有限元模型

对金属切削加工的有限元模拟方面的研究,需要涉及到金属切削原理、材料的弹塑性力学和有限元方法等方面的理论。在建立弹塑性有限元变形的有限元方程时一般有两种描述方法:一种是 Lagrange 描述方法,以材料的初始位置为参考来描述;另一种是 Euler 描述方法,以材料的变形后的位置为参考来描述,又称流动坐标系描述方法,在 Euler 方法中,有限元网格不随材料的变形而变动。本文中采用的是更新的 Lagrange 方法,该方法通过在计算机上建立刀具和工件的几何模型,进行网格自动重新划分,通过选定刀具和工件材料的物理参数,设定切削参数来模拟切削的整个过程,从而可得出切削过程中的切削力、切削温度及表面残余应力的变化情况。

实际生产中,刀具的几何参数、材料的属性、切削加工参数及切削过程的动态变量都会影响工件的加

* 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金(项目编号:02BS074)
全国优秀博士学位论文作者专项资金(项目编号:200231)
收稿日期:2004 年 12 月

- 6 国家标准 GB1293-85 合金工具钢.北京:中国标准出版社,1985
- 7 冶金工业部标准 YB 210-76 合金钢.北京:中国标准出版社,1976
- 8 机械电子工业部标准 JB/T 大型锻件用合金钢.北京:中

国标准出版社,1992

- 9 王桂堂,潘振鹏.热挤压模具材料优化专家系统的研制.金属热处理,1998(9):24~27

第一作者:彭修广,硕士研究生,山东大学(南校区)机械工程学院,250061 济南市