

切削参数智能优选数据库应用研究

Application Research on Intelligent Optimization Database of Cutting Parameters

西北工业大学中法联合虚拟设计与制造研究室 周 炜 陶 华 高晓兵

[摘要] 针对数控加工切削参数难以获取或选择的问题,按几何特征和加工特征将零件拆分细化,并进行分类,在此基础上建立切削参数智能优选方法,采用 SQL server 2000 和 Visual Studio 2005 作为设计平台,开发出了切削参数智能优选数据库系统,该系统缩短了工艺员制定切削参数的时间,提高了生产效率。

关键词: 切削参数数据库 零件特征 智能优选

[ABSTRACT] To solve the problem of difficulty in accessing and choosing the NC cutting parameters, the parts are disassembled, fined and classified according to the geometric features and the machining features and the intelligent optimization method of the cutting parameters is established. By using SQL server 2000 and Visual Studio 2005 as design platform, an intelligent optimization database system of the cutting parameters is developed, which can save the time of laying down the cutting parameters and can improve the production efficiency.

Keywords: Cutting parameter database Part feature Intelligent optimization

近 20 年来,随着数控机床及切削刀具的不断发展,高效数控加工技术已在航空、航天等领域得到了越来越广泛的应用,而切削参数的合理选择一直被认为是困扰该技术应用的瓶颈。对数控加工的切削参数进行优化优选,建成智能化的基于企业局域网的可靠、高效的切削参数数据库,是企业实现高效数控加工的基础,是实现网络化和无纸化的重要一步。

1 系统设计、流程及功能模块定义

1.1 需求分析及概述

加工条件不同,对应的切削参数也不同。在实际加工中,加工条件多种多样,所以相应的切削参数也存在很多种。这些海量的切削参数往往十分凌乱地存

放在各种手册和内部资料中或是个别有经验的加工者手中。当给定加工任务后,如果要翻阅大量的手册和资料或请教有经验的加工者,不仅给工艺人员带来了诸多不便,费时费力,也极大地降低了生产效率,而且得到的数据保守,不能充分利用数控机床的功率。根据手册和资料所得参数不能满足复杂的实际加工情况。如果把这些资料信息存储在计算机中,则极大地方便了用户,为用户带来了经济效益。为解决在数控铣削加工中参数难以获取和选择的问题,需要设计切削参数智能优选的决策型数据库。

针对上述需求,按几何特征和加工特征将零件拆分细化并将其分类,以此为基础建立切削参数智能优选方法,采用 SQL server 2000 和 Visual Studio 2005 作为设计平台,开发出了切削参数智能优选数据库系统。

1.2 系统设计

在数据库中,可以确定的实体有工件、零件特征、刀具、机床、切削参数等,每个实体都有多个属性。首先设计数据的局部 E-R 模型,然后将所有的局部 E-R 模型经过综合得到总体 E-R 模型。本系统的 E-R 模型如图 1 所示。

1.3 系统的功能模型

数据库系统主要包含切削参数信息管理和切削参数的优选 2 个模块,如图 2 所示。其中切削参数信息管理包含从材料、零件特征、刀具及机床夹具到切削参数信息的管理。切削参数的优选包括知识库、推理机和评价准则。

1.4 系统业务流程

本数据库系统采用 3 级用户权限:管理员、普通用户和高级用户。其对应的业务流程如图 3 所示。

由图 3 可知,只有管理员用户可以对数据库进行维护,也只有高级用户可以对参数进行审核,普通用户只能根据工艺信息条件优选合理的切削参数。

1.5 数据库接口技术

本系统构建 XML 与 RDB 数据集成中间件用作数据接口,该数据接口以切削参数为核心数据,联系

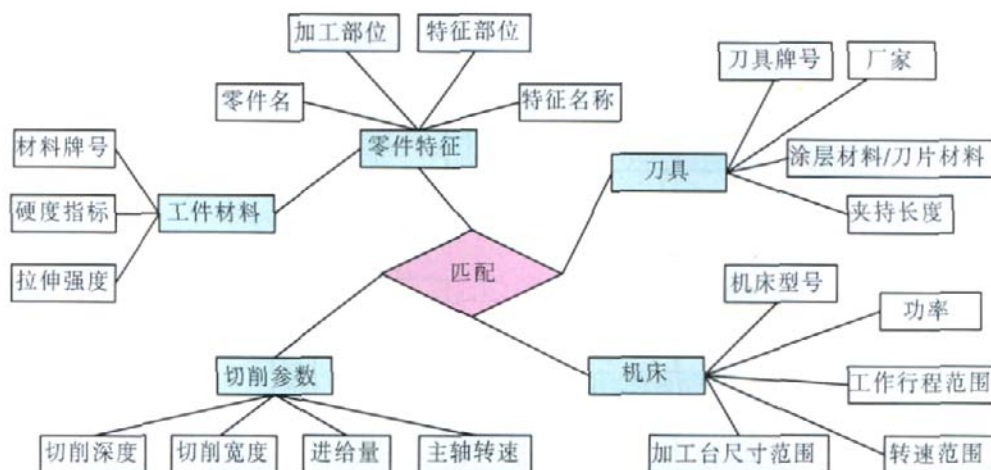


图1 数据库系统的E-R模型

Fig.1 E-R model of data system

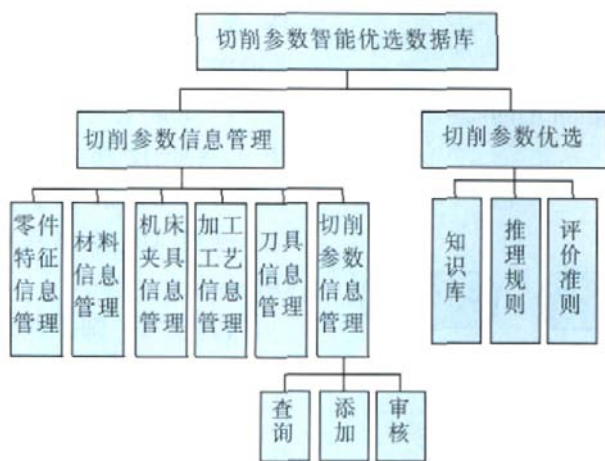


图2 切削参数智能优选数据库功能模型

Fig.2 Function model of intelligent optimization database of cutting parameters

数控加工的各种影响因素和调整因素。该中间件不仅作为系统内部各个模块之间交换传递数据的通道,而且在后续扩展、Web应用方面也作为数据交换的通道,为Web环境下的数控加工做好数据准备。

目前数据接口中间件暂不涉及数据存储数据库的操作,后续开发会实现为RDB-XML桥接中间件,完整地实现从数据库RDB的数据到CAM软件的无缝传递。

2 关键技术

2.1 特征分类定义

零件的特征千差万别,如果不加以分类整理而直

接记录在数据库中,将是一件非常耗时耗力的工作,这也使得整个数据结构产生大量冗余。为解决这个问题,对零件特征进行分类,既可以对加工区域有很明确的定位,便于切削参数的智能优选,也可避免数据库产生不必要的冗余。

根据实际加工的情况将零件特征分成4层,以便于特征的添加更新及在知识库中的表示。第1层是零件名称,其次是加工部位,然后为腔、槽、球体和圆柱体等特征部位,最后将特征部位细分为不同的加工特征,如图4所示。

2.2 切削参数优选系统

切削参数优选系统是一种以工艺知识为基础的计算机程序系统,它可以把加工领域中专家的知识、经验总结出来,以一种合理的方法组织起来并存放在计算机当中,构成知识库,模拟专家优选切削参数的推理机制,运用知识库进行推理、演绎并做出判断和决策。

2.2.1 知识表示

人工智能的发展过程中,形成了很多种知识表示方法,常用的有:语义网络表示法、规则表示法、框架表示法、一阶谓词表示法等。本系统中知识用改进的产生式规则来描述。产生式规则是前因后果式表达模型,由两部分组成,前一部分称为条件,如状态、前提、原因等,后一部分称为结果,如活动、结论、后果等,一般表示形式为:IF 前提 THEN 结论(或动作)^[2]。

产生式规则表示的是前提与前提之间、结论与结论之间的逻辑关系,以及前提与结论之间的对应关系。因其作为一种通用的知识和逻辑表达方式在具体

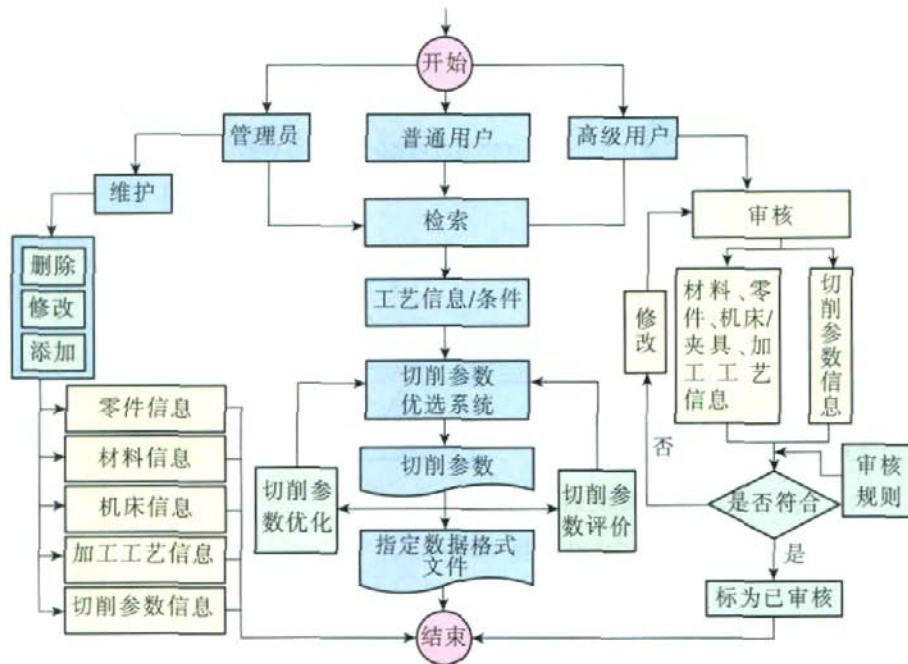


图3 切削参数智能优选数据库业务流程

Fig.3 Operation flow chart of intelligent optimization database of cutting parameters

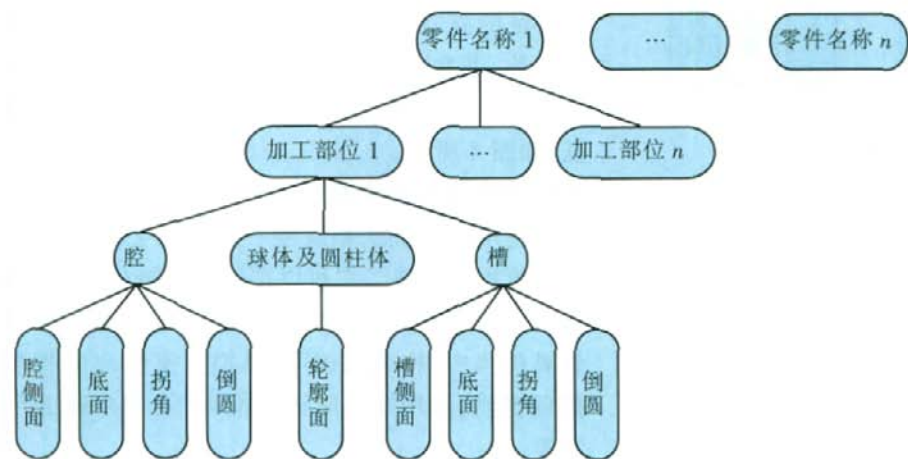


图4 特征定义

Fig.4 Feature definition

的应用中往往有所不同,故针对切削参数优选所涉及模块(如零件材料、零件特征、刀具、机床及切削参数)的知识及其组织机构,对产生式规则进行了改进以便于知识的组织^[3]。

根据切削参数数据库知识特点,将知识库细分为一对多知识库和多对一知识库,采用产生式表示法,表示形式为:Rule(规则序号,[条件列表],[结论])。

(1)一对多知识库用于根据一个条件进行初步的判断,大致确定一个初始条件下对应的结论列表,主要用于对初始条件具体化到数据库中各个模块的知识中,在逻辑上一对多知识是一个“或”的关系,即 IF a THEN a₁ OR a₂ OR a₃ OR。具体表示为:Rule (1, [‘a’], [‘a₁’])。例如: IF 加工材料:300M THEN 加工零件: 外筒 OR 加工零件: 活塞杆。具体表示为:Rule (1, [‘300M’], [‘外筒’]), Rule (2, [‘300M’], [‘活塞杆’])。再如: IF 加工零件: 主起外筒 THEN 加工部位: 头部 OR 中部耳片 OR.....。

(2)多对一知识库用于根据多个初始条件确定的结论,确定出最终的结论,主要用于归纳各个模块的知识以获得最后的结论,在逻辑上小范围知识是“与”的关系,即 IF b₁, b₂, b₃, THEN b。具体表示为:Rule (8, [‘b₁’, ‘b₂’, ‘b₃’,], [‘b’])。例如: IF 加工材料: 300M, 零件特征: 外筒_头部_腔_侧面, 加工刀具: φ40R6, 加工机床: KMC-3000SD THEN 查找符合条件的切削参数。

具体表示为:Rule(8, [“加工材料:300M”, “零件特征: 外筒_头部_腔_侧面”, “加工刀具: φ40R6”, “加工机床: KMC-3000SD”], “查找符合条件的切削参数”)。

2.2.2 推理规则

推理是人们用现有条件推出相应结论的过程,如

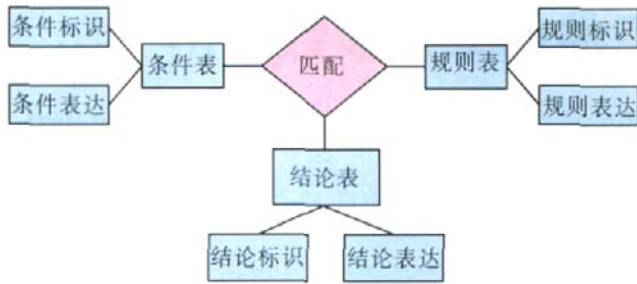


图5 推理流程图

Fig.5 Reasoning flow chart

图5所示。推理描述如下:

(1) 由用户输入的初始条件,从一对多知识库的条件表中找到条件标识;

(2) 读取一对多知识库的规则表中与条件标识相对应的规则标识;

(3) 在一对多知识库中搜索与条件标识、规则标识相匹配的结论;

(4) 如果存在其他初始条件,继续进行步骤(1);

(5) 如果不存在,将所有初始条件对应的结论作为条件;

(6) 在多对一知识库中的规则表中与条件相对应的规则标识;

(7) 在多对一知识库中搜索与条件标识、规则标识相匹配的结论(切削参数);

(8) 如果不存在相匹配的结论(切削参数),转入结论生成界面(切削参数优化界面^[4]),由条件生成结论(优化出切削参数);

(9) 保存结论,退出推理,输出结论(切削参数)。

切削参数优选界面友好、方便,能够满足切削参数优选的需要。如图6所示。

根据初始条件、规则可能找到一组相匹配数据,

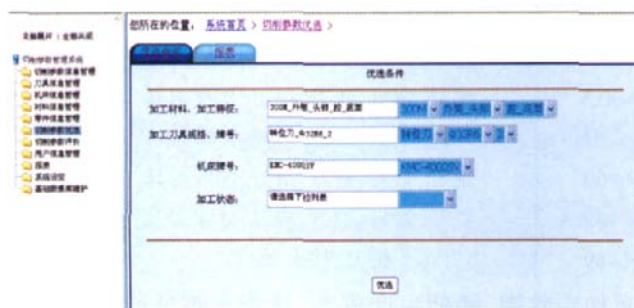


图6 切削参数优选界面

Fig.6 Interface of cutting parameter optimization

这就需要对数据按照评价准则进行评价。加工时间是航空企业最关心的问题,故在此系统中将加工时间作为切削参数的评价标准。将符合加工条件的切削参数在加工过程中的运行时间反馈给数据库作为评价标准存储于数据库,以便在多个优选数据中做出最优的选择。

至此,数据库实现了从零件特征等初始加工条件智能优选出既符合加工条件又能提高生产效率的最佳切削参数,其中包括了我们关心的进给量、主轴转速、铣削宽度和铣削深度等。

3 系统实现

系统运行界面分为左、右两框,左列树形菜单集中功能选择,分别包括切削参数信息管理、刀具信息管理、材料信息管理、零件特征信息管理、机床信息管理、用户信息管理、报表、系统维护等八大功能模块(根据用户类型有所不同),如图6所示。用户在左框架分别点击相应功能链接,右框架就转到相应的操作页面。系统采用功能树完成用户从一个运行转向另一个运行,选择不同的命令完成不同的操作,每个管理都对应有标签。

4 结束语

按几何特征和加工特征将零件拆分细化并将其分类,以此为基础建立切削参数智能优选方法,采用SQL server 2000和Visual Studio 2005作为设计平台,开发出了切削参数智能优选数据库系统;以此系统优选出既符合加工条件又能提高生产效率的最佳切削参数,其中包括进给量、主轴转速、铣削宽度和铣削深度等,缩短了工艺员制定切削参数的时间,提高了生产效率。

另外,数据库还留有与CAM软件的接口,为后续实现CAM软件的仿真模拟做了数据准备。

参 考 文 献

- [1] 刘雪峰, 陈志同, 刘强, 等. 基于特征的数控铣削加工数据库. 机械制造, 2005, 43(5): 49.
- [2] Rich E. Expert Systems and Neural Networks Can work Together. IEEE Expert, 1998, 5(5): 5-7.
- [3] 刘宏伟, 姚寿广. 数据库技术在专家系统知识表示中的应用. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2007, 21(3).
- [4] 张培培. 起落架数控加工铣削用量优化研究 [D]. 陕西: 西北工业大学, 2007.

(责编 微凉)