

基于面向对象技术的典型工艺知识库系统

Research on Typical Process Knowledge Base System Based on Object-Oriented Technology

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室 范海涛 张树生 白晓亮 彭俊

[摘要] 建立了多层次的典型工艺结构,充分利用相似特征具有相似工艺的理论;研究了工艺查询、工艺评价和工艺设计等应用子系统的功能结构,开发了面向对象的典型工艺知识库系统。

关键词: CAPP系统 典型零件 典型工艺 工艺知识库

[ABSTRACT] Firstly, the typical multi-level process structure is constructed and the theory that the similar feature has the similar process is made full use. Secondly, the functional structures of the subsystems including process query, process evaluation and process design are studied and an typical object-oriented process knowledge base is developed.

Keywords: CAPP system Typical part Typical process Process knowledge base

CAPP的初级应用使工艺人员摆脱大量繁琐的重复劳动。目前,CAPP软件基本采用交互式工艺设计模式,仅实现“抛笔、甩图板”的功能。工艺人员进行工艺设计时还存在以下问题:

(1) 工艺文件大量重复。每个零件甚至每道工序都要编写一份加工工艺,生产准备周期长,工作量大。

(2) 同类零部件加工工艺缺乏优化,好的工艺方法得不到继承和推广,工艺水平差,难以提高。

(3) 完全依靠工艺人员的知识和经验,不能充分利用企业积累的工艺经验和数据,无法实现对工艺知识的总结、积累和应用。

为了改变上述状况,企业要积极实施工艺标准化。工艺标准化是组织现代化生产的重要手段,它开展的好坏直接影响到企业产品质量的好坏和生产效率的高低。其中,典型工艺的总结是实施工艺标准化的重要内容。

1 典型工艺的应用现状

典型工艺是指对零组件结构形式相似、尺寸相近以及具有类似工艺特征的一组零件,根据零件结构等工艺

特征进行分类编组,对同组零件制订统一的加工方法。典型工艺不是研究一个零件,而是研究结构形式相同的一组零件或是在各种零件的同一工艺要素的制造工艺上找出共性,同时根据产品的要求,结合企业的实际条件,采用比较先进合理的工艺方法,用以指导具体工艺文件的编制。

目前,企业纷纷开展典型工艺的总结工作,但效果并不理想,原因是没有找到一种合适的方法来总结。现在的总结方式以零件的分类为基础,每个典型零件对应一套典型工艺^[1],并没有考虑到不同零件之间的部分典型工艺的相似性,重用性比较差。

本课题从面向对象技术的角度研究了典型工艺知识库系统,引入工序组的概念,建立多层次结构,将每个工序组看成由多道工序组成,而每套工艺则是由多个工艺组按照一定顺序和规则组合并加以修改形成的。

2 典型工艺设计系统的总体结构

如图1所示,系统基于C/S结构,由共享数据库(包括实例库、知识库、规则库、工艺评价库和专家经验库等)、总体设计系统集成平台、应用子系统和人机交互界面4层组成。

系统主要包括典型工艺查询、评价和设计3个主要部分,整个设计过程都基于知识库的支撑。各应用系统

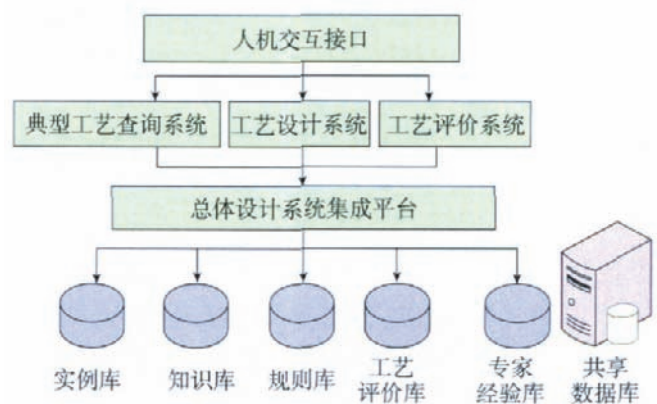


图1 系统的总体设计结构

Fig.1 General design structure of system

间的集成采用 socket 数据通信技术,通过统一的数据集成控件,将数据文件按照一定的逻辑结构封装在集成容器中。应用系统从集成平台下载文件封包后,进行封包的分解、显示和处理,设计更新后再将文件和变更日志一起封装成数据包上传到集成平台。数据集成控件封装了消息触发机制,利用消息管理和分配来驱动系统的工作流程。集成平台采用基于角色的访问控制方法,提供注册管理与权限控制、数据传输管理和数据一致性服务,并结合安全控制与容错技术,以保证各应用子系统相互协调地工作,提高了系统的安全性和稳定性^[2]。

3 基于面向对象的系统组织结构

本系统采用面向对象技术对典型零件进行分类。面向对象技术中的对象、类、消息和方法等概念以及封装、继承和多态等机制为工艺信息对象的表达与操作提供了一个很好的集成化模式。以面向对象技术为基础,利用零件的结构相似性、工艺相似性和功能相似性,将零件进行分类并划分零件族,并将零件按照特征或加工方法离散化,形成多个工序组模块,建立典型工艺的对象类层次结构。

典型工艺知识库系统由工序组、典型零件工艺规程和工艺实例三大结构组成。

(1) 工序组的构建。通过面向对象技术将零件的不同加工特征或加工方法分成多个工序组,将零件的典型工艺模块化。例如航空发动机某级叶片的工艺可总结为:

某叶片工艺 = { 进排气边加工, 浇注, 榫头加工
(燕尾榫头), 阻尼台加工, 叶尖加工, 终检 }。

其中,每一个工序组可能有多种工序组工艺规程,如榫头加工(燕尾榫头)可以分为拉削和铣削加工 2 套方案,而每一个工序组工艺规程又对应一道或多道工序。数学模型如下:

$$P_i = \{ P_j \mid P_1 (O_{11}, O_{12}, \dots, O_{1m_1}), \\ P_2 (O_{21}, O_{22}, \dots, O_{2m_2}), \dots \}。$$

其中, P_i 代表第 i 个工序组, P_j 代表第 j 种方案的工序组工艺规程, $O_{j,m}$ 代表第 j 种方案的第 m 道工序。

在不同的生产设备和生产环境下,一个工序组可能有多种工序组工艺规程,针对企业当时的具体情况选取最优的工序组工艺规程方案。设计人员可以通过工序组很清晰地了解每道工序的目的和作用。而且,对于那些不同零件的典型工艺可能用到同一个工序组,简化了数据库的繁冗度,降低了数据库的存储空间。

(2) 典型工艺的生成。将不同的工序组进行有序的

排列组合,并对其中的工序内容 $O_{i,j}$ 进行适当的增加、修改等操作,即可完成零件的典型工艺设计。

$$U = \{ P_1 (O_{11}, O_{12}, \dots, O_{1m_1}) \cup \\ P_2 (O_{21}, O_{22}, \dots, O_{2m_2}) \cup \dots \}$$

其中, U 代表一类零件的典型工艺规程, P_i ($i=1,2,3,\dots,n$) 代表第 i 个工序组, $O_{i,j}$ 表示第 i 个工序组中的第 j 道工序。

由于每个工序组中可能含有不同的工序组工艺规程,所以这个典型工艺并不是唯一的。可根据具体的设备和环境,选择最优的典型工艺规程。然后修改其典型工艺即可完成零件的工艺规程设计。

(3) 工艺实例的生成。当用户完成某一类具体零件的工艺规程设计后,可以将该工艺规程以实例的形式存储起来,给以后的设计提供参考,必要时可以打印输出。

4 应用子系统及其实现

4.1 典型工艺查询系统

对于一个基于零件的典型工艺系统来说,一个新零件的工艺规程是通过检索系统中已有的相似零件的典型工艺规程并加以筛选和编辑而成的。计算机内存储的是一些标准典型工艺和工序。从设计角度看,与常规工艺设计的模拟设计相同,即用计算机模拟人的设计方式,但是必须有一定数量的标准典型工艺才能顺利生成新的工艺规程,并且标准典型工艺越多,系统的智能化程度就越高。用户可直接输入查询参数,在实例库的支撑下,通过各种规则的组合进行检索,然后经编辑修改,生成新的零件的加工工艺规程。在工艺知识库的支持下,随着工艺决策知识的不断扩充,可实现工艺设计的自动决策。所有的这些都以实例的形式存储在知识库中,当用户输入或选择叶片的特征参数(如模锻、阻尼台、燕尾榫头等参数),系统就会根据规则库调用相应的实例,从而输出相应的典型工艺。

4.2 工艺评价系统

对零件进行工艺设计时,系统会根据不同的情况设计出多种工艺方案,但不同工艺方案的生产成本、生产效率和产品质量各不相同。好的工艺可以提高产品质量,节省制造成本,最大限度地利用企业现有的设备资源;比较差的工艺不但增加企业的制造成本,产品质量也无法保证。因此,需要对工艺方案进行评价,即选取在给定生产条件下加工成本低、设备使用率高和加工质量较优的工艺方案。

本系统采用模糊层次分析法(FAHP)对多工艺方案进行评价^[3]。模糊层次分析法是目前在多目标、多判据

的系统选优排序中应用得比较广泛的一种方法,它将定性与定量相结合,能够对人们的主观判断进行客观描述并且具有简洁实用的特点,适合在模糊综合评价中应用。工艺方案层次结构如图2所示。

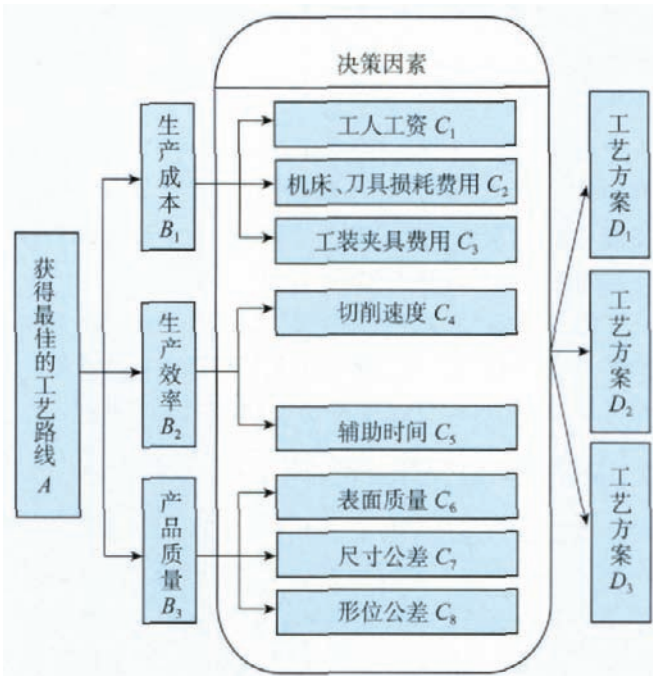


图2 工艺方案评价层次结构
Fig.2 Hierarchical structure of process scheme evaluation

通过层次模型构建层次矩阵,将定性指标通过模糊算法转化成定量指标,专家根据企业的生产状况实时调整各指标权重,评出当时生产状况下的最优工艺方案。

4.3 工艺设计系统

当进行完工艺评价后,获得的工艺规程可能并不满足零件的设计要求,所以需要在此工艺规程的基础上进行修改,这就要通过规则库和专家经验库对用户进行指导。专家经验库是历史积累下来和从专家那得来的经验,它将工艺手册和各种标准中的工艺信息以及工艺专家的经验存储到数据库中,通过规则随时调用,属于启发性知识。专家经验库是典型工艺系统的一个重要组成部分,它以图形和文字说明的方式进行描述,并依靠规则,在用户进行零件的工艺设计时通过关键词的匹配进行专家经验指导,提高工艺设计的质量。

5 运行过程

设计人员选择或输入相应的参数(如精锻叶片、阻尼台和燕尾榫头等参数),推理机根据实例库的规则进行推理并输出符合要求的典型工艺规程。由于每个工

序组可能有多个加工方案,排列组合可以生成多套工艺,这就需要设计人员依据工艺评价系统,针对当时企业具体的生产情况,给各个影响因素赋予不同的权值和参数,进行工艺评价,得出优选的工艺规程。最后设计人员针对最优的工艺规程,进行细化和修改,完成某一零件的具体工艺规程。工作流程如图3所示。

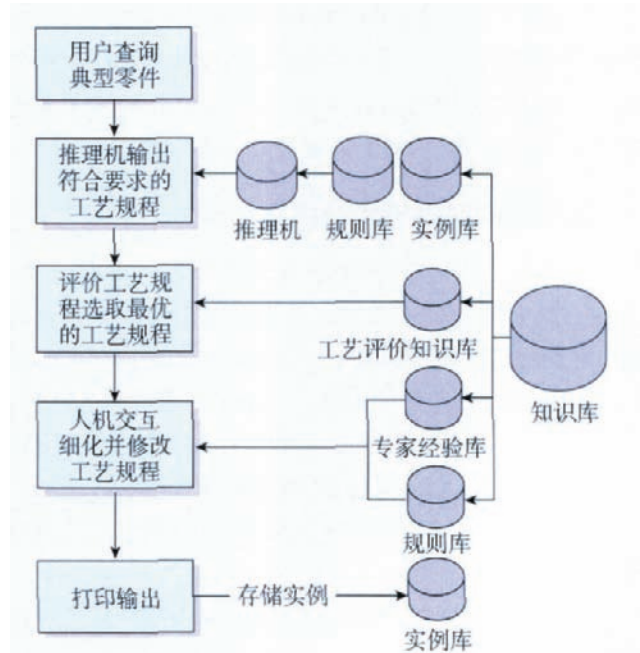


图3 系统的工作流程
Fig.3 Work flow of system

6 结束语

本课题针对当前典型工艺总结上存在的问题,研究开发了面向对象技术的典型工艺知识库系统,引入工序组的概念,建立了多层次结构。基于此方法开发出来的典型工艺知识库系统具有层次清楚、重用性高和管理方便的特点,较好地解决了目前典型工艺总结上所面临的难题,提高了企业的工艺设计质量,并成功运用到企业的生产中。

参 考 文 献

[1] 黄国青,李建峰. CAPP系统中典型工艺知识的应用研究. 机械科学与技术, 2006, 25(4): 455-457.
 [2] 马思群,兆文忠. 铁路机车车辆虚拟样机数据协调关键技术研究. 计算机集成制造系统-CIMS, 2003, 9(3): 242-246.
 [3] 曹希彬,蔡力钢,李培根. 多工艺方案二阶模糊综合评价. 系统工程理论与实践, 2000, 20(6): 25-31.
 [4] 贺蜀山,杜静,何玉林. 运用知识工程的摩托车设计系统研究. 中国机械工程, 2005, 16(17): 1 508-1 511.

(责编 玉龙)