

基于特征集成数控工序的工艺设计平台研究

张英杰¹, 李俊民², 屈满仓²

(1. 西安交通大学机械工程学院, 710049, 西安; 2. 陕西汽车集团有限责任公司, 710043, 西安)

摘要: 提出了一种新的集成传统工艺设计和数控工艺设计的综合工艺设计框架, 在分析工艺设计任务特征的基础上, 将其分解成按顺序执行的一系列子任务, 并通过 workflow 监控各子任务的执行状态. 针对现有“工艺卡片”数据的特点, 以表头信息、表体信息和脚注三层结构对工艺数据进行存储管理, 提高了数据传输的安全性. 为了在传统工艺设计中集成数控工序, 采用基于特征分类的数控工艺设计方法, 很好地解决了传统工艺和数控工序的集成问题, 使三维工艺设计与二维工艺设计合而为一, 并且有利于三维工艺设计方法的推广和应用.

关键词: 工艺设计; 工作流; 数控工序; 特征分类

中图分类号: TH166 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-987X(2007)07-0802-04

Feature-Based Framework of Process Planning Integrated with Numeric Control Operations

Zhang Yingjie¹, Li Junmin², Qu Mancang²

(1. School of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. Shaanxi Heavy Cart Limited Company, Xi'an 710043, China)

Abstract: A novel framework for computer aided process planning is presented, where the whole procedure of process planning is divided into a sequence of stages or subtasks. Analyzing the characteristics of tasks like the requirement of design environment and safety, the browser/server or client/server is applied to the corresponding module so as to speed up the execution of the process planning task and improve the productivity. To communicate the manufacturing documents among different systems, a new data structure with three different segments to define the planning data is presented, and the manufacturing information can be transformed and stored as special format files to transfer the process planning documents over the internet. In addition, a special browser is developed for browsing the specified format files. Some operations on the planning procedure such as checking and verifying processes, can be carried out off-line.

Keywords: process planning; workflow; numeric control; feature category

计算机辅助工艺规划(CAPP)是连接计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)之间的桥梁. 一个好的工艺方案除了方案可行之外, 还要求优化配置其所涉及的各种制造资源(包括机床、刀具、夹具和量具等). 在过去的几十年里, 人们从 CAD/CAM 集成的角度考虑, 对 CAPP 进行了深入的研究^[1], 在回转类零件的 CAPP^[2-3] 和箱体类零件的

CAPP^[4-7] 方面都取得了很大的进展, 但大量的研究都集中在通过 CAD 模型的特征识别来实现工艺方案的自动生成, 而对工艺设计的个性化特征却考虑得甚少, 从而导致长期以来这些研究成果很难走出实验室服务于社会. 从目前国内开发的 CAPP 软件来看, 一般是从二维 CAD 中提取工艺信息, 以数据库为基础, 通过卡片形式进行工艺信息的录入, 基本

上可以满足用户方便、快捷查询的需求,而对三维 CAPP 的研究主要集中在装配工艺设计方面^[8],在数控工艺设计方面研究得甚少。为此,本文提出了一种新的工艺设计模式,其中工艺设计过程被分解成一系列顺序执行的子任务,并通过 workflow 监控它们的运行状态。在对各子任务的方案设计中,按照其对系统资源的依赖程度和安全性要求,分别采用“在线”和“离线”方式进行,提高了设计的灵活性。同时,考虑到目前多数企业仍以工艺文档作为主要的生产传媒,对许多企业来说,只有零件上的部分复杂工序才使用数控加工的这一特征,提出了在传统工艺设计中集成数控工序的设计思路,并通过网络实现数控程序的传输,使三维 CAPP 与二维 CAPP 合而为一,有利于三维 CAPP 在企业的推广和使用。

1 系统的体系结构

系统的体系结构如图 1 所示,它是在浏览器/服务器和客户端/服务器相结合的模式下实现的,分别由 Web 服务器、数据库服务器和客户端等部分组成。其中,数据库采用 Microsoft SQL Server 数据库管理软件进行系统数据库的建立,以满足浏览器(B/S 客户端)和 C/S 客户端的数据存取和检索要求。另外,基于不同工艺任务的个性化特征,分别提供了 Internet 远程服务和 Intranet 局域网服务的多种工作模式。基于 B/S 的远程服务采用 XML/HTML+JSP 的模式在公共网络上进行协同工作,其中包括工艺校核、审核、批准和数控程序的传输等,对安全性要求较高,涉及大量数据信息和复杂计算的工作任务,采用局域网的 C/S 模式实现。在软件选择方面,以 PowerBuilder 作为开发工具,利用所提供的专用数据库接口来实现客户端与服务器间的数

据交换。

2 集成数控工序的工艺设计框架

在工艺方案的设计中,根据计算机集成制造(CIM)的设计理念,从汽车产品的生产特点出发,以产品配置信息为龙头建立“产品→部(组)件→零件→工艺”4 层结构的任务模型,并由此确定工艺流程中各子任务的功能和实现策略。

2.1 任务驱动的工艺设计模式及工作流程

以工艺任务的执行状态驱动控制各工艺设计环节的有序执行,实现从任务管理、工艺设计、校对、审核等过程有条不紊地运行。

对于采用普通设备加工的零件特征,采用交互式或派生式工艺设计原理进行工艺方案决策。在制定工艺方案时,利用制造资源管理子系统来辅助工艺设计人员进行设备、工具的选择,以及工艺参数计算和工艺决策与优化。在工艺模板的选择上,根据“相似零件具有相似工艺”的原理,采用零件特征权重匹配法计算零件相似性系数,通过对相似件工艺的派生修正生成新零件工艺,从而实现零件工艺的派生式设计。同时,通过对系统典型工艺库的管理和动态更新,实现标准工艺、工艺知识和经验的积累和继承。

2.2 数控工序设计的基本流程及工艺数据存储方式

对在数控设备上加工的各种零件特征,采用特征面向数控加工的工艺设计方法,通过合理的刀具选择进行特征分类,并借助商品化 CAM 软件来实现数控程序的生成。

依据工艺卡片数据(包括表头信息、正文数据和脚注信息)的形式和特点,对工艺数据采用三层结构

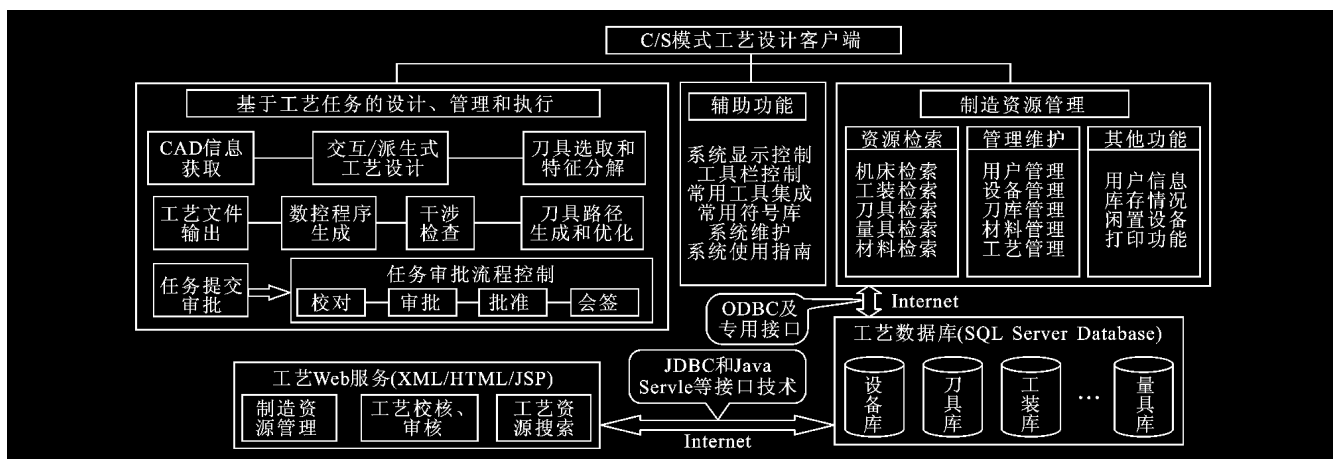


图 1 CAPP 系统的体系结构

进行数据组织和管理,除了以数据库方式进行数据存储外,还提供了基于文件的数据存储方式.同时,定义了一种专用文件格式且采用二进制方式进行数据存储,以满足工艺文档在网络传输中的安全性要求,从而可以实现在离线或远程状态下对工艺文档的操作要求.例如,为了使工艺设计流程中的工艺校核和审核等任务,能在广域网上通过网络和电子邮件等多种途径进行操作,并保证工艺文档在网络中的安全性,就需要借助这个专用浏览器实现该类型文件的浏览,其读取工艺卡片数据文件的工作流程如图2所示(详细的内容参见文献[9]).其中,工艺卡片的输出形式是根据具体企业的工艺卡片形式,通过定制工艺卡片模板来实现.

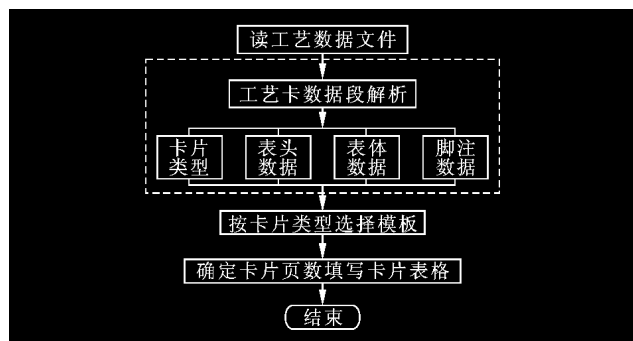


图2 工艺卡片数据的读取和生成

3 B/S 和 C/S 模式下的制造资源管理

制造资源分为硬件资源和软件资源两大类,硬件资源指机床、刀具、夹具和量具等,软件资源包括材料参数、加工技术参数以及在生产过程中逐渐积累起来的工艺设计经验和知识.对集团企业内部,一切可用制造资源的合理使用是目前工艺设计的重要因素.随着企业集团化的发展,制造资源比较分散,难以进行统一管理,针对这种情况,采用网络化方式对制造资源进行统一管理,使分散在不同地域的各种制造资源通过 B/S 模式进行统一管理和使用.同时,从工艺设计人员的使用灵活性方面考虑,在工艺设计软件中也开发了基于 C/S 方式的制造资源查询模块,图3为开发的基于 B/S 模式的制造资源管理系统,图4给出了在工艺设计软件中集成制造资源检索系统的运行界面(C/S 模式).

4 数控工艺设计和数控程序的远程传输

面向特征的数控工艺的设计是采用特征分解策



图3 B/S模式下的设备管理界面



图4 C/S模式下的制造资源查询界面

略实现的,对于一个具体的企业,由于产品种类和所拥有的加工设备基本固定,生产的产品种类通常非常相近,其零件也具有一定的相似性,因此对应的数控加工程序也在很大程度上存在着相似性.针对这一特点,本文在分析一个具体企业的产品特点的基础上,首先在对数控加工特征分类的基础上建立特征库,接着对每个特征采用参数化设计方法,以刀具的选择和切削参数来优化编制相应的数控(简称 NC)程序.当涉及一个具体零件或数控工序的 NC 编程时,采用特征分解方式并结合一定的加工规则实现数控工艺的自动生成.

4.1 特征的提取和工艺处理

对每一类典型零件,采用下列方式进行特征提取和数控工艺的制定:对典型零件族,基于特征分解策略,采用交互式的方式或特征识别方法从三维零件模型上确定出需要进行数控加工的零件特征;分析各类特征的加工技术要求,通过选择不同的刀具及工艺类比等方法寻找出所有可行的工艺方案,基于特征与其所属零件的几何关系,确定和定义特征参数,对于典型特征(或称公共特征)族,收集和整理相应的工艺知识,建立工艺知识规则库,对每个加工特征,确定最优 NC 加工方案和工艺优化规则.

4.2 数控工艺的生成机制及实例

基于特征的数控程序生成过程(见图5)如下.

(1)根据确定的数控加工特征及其相关特征参数信息,包括特征类型、特征位置、尺寸、方位和其他几何参数,从工艺知识库检索相关的工艺规则.

(2)根据获得的加工工艺规则,制定特征分解策略和确定数控程序块的执行顺序,生成该特征完整的数控加工程序。

(3)调用 NC 处理程序和后置处理程序(包括仿真和干涉检查等),对其进行处理生成最终的数控程序文件。

(4)将最终的 NC 程序文件上传到工艺设计文

档中所指定的位置,并将对应的三维 CAD 模型作为工序简图添加到工序卡中相应的位置。

(5)数控加工人员根据工艺卡片给出的三维模型图和标明的 NC 程序位置,下载数控程序,输入到数控机床控制器进行零件加工。

通过实例验证了系统的基本思想,图 6、图 7 分别为数控工序设计和传统工序设计的操作界面。

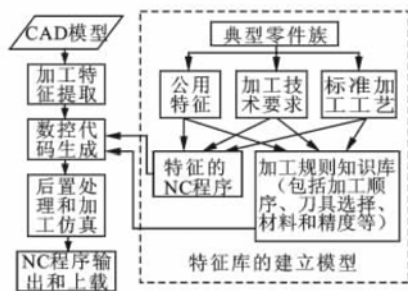


图5 特征的提取及数控工艺的生成



图6 数控工序设计的操作界面



图7 传统工序设计的操作界面

5 结论

从目前我国实际情况出发,本文提出了一种新的集成数控工序的工艺设计方案,与已有的工艺设计方法的区别在于该设计方案同时兼顾了工艺卡片和数控加工的制造模式,并从提高工艺设计的灵活性、适应现代制造模式发展的需要出发,提出了基于任务工作流的工艺设计模式。根据不同的环境要求,分别采用浏览器/服务器和客户机/服务器方式实现了工艺规划过程,从而提高了工艺设计的灵活性和效率。

参考文献:

- [1] Faruk C, Constantin C. An IT view on perspectives of computer aided process planning research [J]. Computer in Industry, 1997, 34 (3): 307-33.
- [2] Cho B S. Rule based process planning system for hole feature machining [D]. Salt Lake City, USA: Department of Computer Science, University of Utah, 1989.
- [3] Chang T C, Wysk R A. An introduction to automated process planning systems [M]//Industrial and System Engineering. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc., 1985: 165-184.
- [4] Subrahmanyam S R. A method for generation of ma-

chining and fixturing features from design features [J]. Computer in Industry, 2002, 47(3): 269-287.

- [5] Kramer T R. Process planning for a milling machine from a feature-based design[C]//Proceedings of Manufacturing International'88. Atlanta, USA: ASME, 1988:179-189.
 - [6] Bing J, Henry L, Felix T S, et al. An automatic process planning system for the quick generation of manufacturing process plans directly from CAD drawings [J]. Journal of Materials Processing Technology, 1999, 87(1): 97-106.
 - [7] George V. An intelligent software system for the automatic generation of NC programs from wireframe models of 2-1/2D mechanical parts[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 1998, 2(1): 53-65.
 - [8] 王晓华. 基于加工特征的工艺规程生成技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学机械科学与工程学院, 2005.
 - [9] 曾高强, 张英杰. 计算机辅助工艺设计中工艺数据描述及卡片生成的研究[J]. 西安交通大学学报, 2004, 38 (11): 1147-1150.
- Zeng Gaoqiang, Zhang Yingjie. New method to process data description and card generation in computer-aided process planning system[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2004, 38(11): 1147-1151.

(编辑 管咏梅)