

基于关系模型的工艺知识表达方法研究^{*}

赵友亮, 杨 青, 李敏通, 贺喜莹

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 在分析CAPP中各种工艺决策实现方法的基础上, 提出了基于关系数据库的工艺决策模型, 以这一模型下的工艺生成为主线, 进行了工艺知识的分析、组织, 基于关系数据模型实现了工艺知识的计算机内部表达。结果表明: 这种表达方式能够保证工艺生成过程中零件信息与工艺知识之间的高效匹配, 及不同加工环境下工艺知识的维护与更新。

[关键词] CAPP; 工艺知识; 表达方法

[中图分类号] TP391.72

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)06-0165-04

CAPP系统的工艺生成过程是一个多因素约束的复杂决策过程, 其工艺决策功能是通过零件信息与工艺知识之间的不断匹配来实现的。工艺知识是支持决策过程进行的加工环境数据、工艺规则、工艺经验和习惯, 工艺知识的运用形式、结构组织和机内表达方式决定着CAPP系统的结构体系、决策机制和工艺生成效率。由于工艺知识的经验性、不确定性及工艺数据的动态性, 使工艺设计方法迄今缺乏良好的理论基础和坚实的科学基础, 很难用简单的数学模型进行理论分析与决策^[1~4]。本研究在分析各种工艺决策实现方法的基础上, 提出了基于关系数据库的工艺决策模型, 以期用关系数据模型实现工艺知识的表达, 为柔性化、智能化CAPP系统开发提供技术支持。

1 基于关系数据库的工艺决策模型

1.1 工艺决策实现方法的分析

由于零件结构的多样性和工厂制造环境的动态性, 对CAPP系统通用模型的研究得到人们的日益重视。其中工艺决策模型是CAPP系统通用模型的关键, 现有的CAPP系统在工艺决策的具体实现上大都采用常规程序或专家系统的形式^[2]。

1.1.1 常规程序与工艺决策 利用常规程序实现工艺决策一般通过决策树或决策表的形式。这两种决策形式采用固定逻辑决策, 实现起来比较简单。但工艺知识固化于系统程序中, 形成“数据+程序=系统”的两级系统结构, 系统难于扩展和修改, 不利于CAPP系统柔性和集成性的实现。随着人工智能技术的发展, 特别是专家系统技术的发展, 越来越多的

CAPP系统研究倾向于利用专家系统来解决工艺决策问题, 形成所谓的工艺设计专家系统或CAPP专家系统。

1.1.2 专家系统与工艺决策 专家系统是在特定领域内具有人类专家水平的计算机知识处理程序系统。由于工艺知识的不确定性及经验性, 工艺过程的设计适合用专家系统进行处理。CAPP专家系统主要由综合数据库、推理机、知识库、知识获取与人机接口等构成。系统中工艺知识与推理程序相对分离, 形成“数据+知识+控制=系统”的结构体系, 当生产环境改变时, 只需更新知识而不必改写程序。尽管在工艺知识的计算机表示与处理, 以及工艺决策算法实现等方面还存在问题, 还难以达到实用化。但目前国内外普遍认为, 以专家系统技术为核心的智能化CAPP系统, 是实现CAPP集成和柔性化的有效途经。

1.2 工艺决策模型的提出

综上所述, 利用常规程序进行工艺决策的不足是工艺知识和系统程序集中于一体, 系统难于扩展; 利用专家系统进行工艺决策的不足是工艺知识的计算机表示与处理尚无完善的方法。吸收两者的优点, 提出了基于数据库的工艺决策模型^[5~9], 其主要思想是: 将工艺过程设计中所用到的加工资源数据和能够在关系数据库中实现表达与存贮的工艺决策规则, 如加工设备数据、加工方法选择知识、加工设备选择知识、基准选择知识、加工顺序排序知识等, 分别储存在不同, 但存在一定内在联系的工艺数据表中, 构成工艺决策的基础; 主要目标是按照CAPP专家系统中工艺决策的实现方法与思想, 将系统工

* [收稿日期] 2002-12-03

[基金项目] 西北农林科技大学青年专项基金

[作者简介] 赵友亮(1970-), 男, 甘肃天水人, 讲师, 在职博士, 主要从事农机设计与制造研究。

艺生成的推理策略设计成独立的关于各种工艺数据间的运算,实现工艺决策规则和工艺数据、工艺决策规则与推理程序的相对分离及决策过程的透明,提高系统的柔性及智能化水平。这一目标的实现必须以合理的知识结构组织和表达方式为基础。

2 工艺知识的结构组织

2.1 工艺知识组织分析

工艺知识组织分析的目标是确定工艺决策模型,实现对工艺知识结构及应用处理的要求,实现工艺知识的合理表达。本研究中把所有与零件信息相对独立的加工资源数据、工艺决策规则及经验,共同视为工艺决策的知识基础,工艺知识的结构设计不仅要便于自身的维护,更重要的是必须保证工艺决策过程中各决策功能的实现。为此,按工艺知识和其在工艺决策过程中的作用划分为事实性知识、决策性知识两类。事实性知识指一定加工环境下的加工资源数据和工艺手册上的一些标准数据;决策性知识是建立在事实性知识基础之上的一些工艺规则和经验。每一类知识根据其对应的工艺任务可进一步

分解。事实性知识可分为工艺特点、加工方案、加工方法精度、标准公差、机床数据和刀具数据等6类;决策性知识可分为毛坯选择、生产类型确定、加工方法选择、加工基准选择、机床选择和刀具选择等6类。本研究要解决的问题就是实现这些工艺知识的合理表达。

2.2 工艺知识结构概念设计

知识的应用是通过推理决策实现的。工艺知识的结构设计必须以工艺决策功能的实现为目标。本研究提出的以关系数据库为基础的工艺决策模型,目的就是在用关系数据模型表达工艺知识的基础上实现工艺决策。由于工艺知识内容广泛、关系复杂,要实现工艺知识的关系模型表达,需通过必要的概念设计抽象出一个独立于计算机的概念模型,作为从现实世界到计算机世界的过渡。研究中采用E-R法进行工艺知识的概念设计,用E-R图描述工艺知识信息结构。把每类事实性知识的名称定义为实体,每类决策性知识的名称定义为实体之间的联系,就形成图1所示的工艺知识结构E-R简化模型。

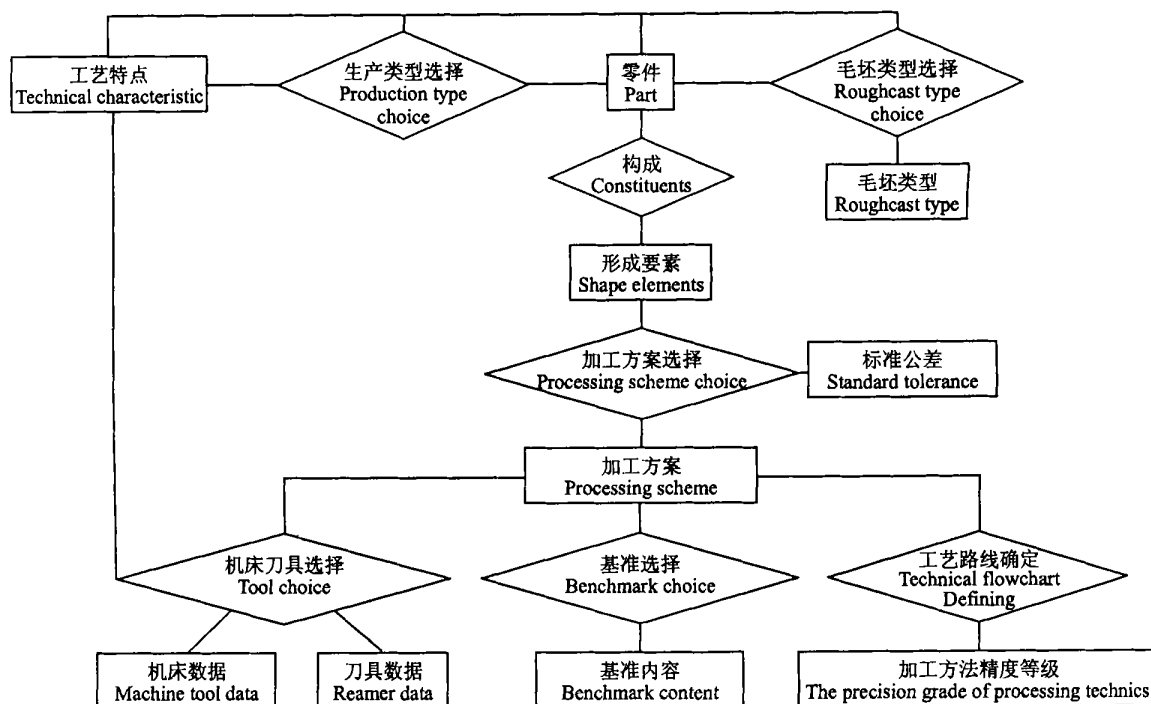


图1 工艺知识结构 E-R 模型

Fig. 1 The E-R model of technics know ledge structure

图1中,工艺特点类知识的工艺功能是描述不同生产类型所具有的生产工艺特点;加工方案类知识的工艺功能是描述各种形面所有可能的加工方案内容;加工方法精度类知识的工艺功能是描述各种

加工方法的精度等级和优先系数;标准公差类知识的工艺功能是描述各种尺寸的公差及所对应的精度等级;机床数据类知识的工艺功能是描述各种类型机床所具有的性能参数;刀具数据类知识的工艺功

能是描述各种类型刀具的性能及参数。毛坯选择类知识的工艺功能是根据零件复杂程度、毛坯要求精度和材料类型确定毛坯类型; 生产类型类知识的工艺功能是根据零件重量、批量确定零件的生产类型; 加工方法选择类知识的工艺功能是根据零件材料、形面加工精度和粗糙度要求确定形面加工方案; 加工基准选择类知识的工艺功能是根据形面种类、加工方法精度等级和零件长径比确定加工基准; 机床选择类知识的工艺功能是根据加工形面、加工精度和粗糙度要求确定实现某一加工的机床; 刀具选择类知识的工艺功能是根据加工形面种类及加工机床类型确定所用刀具。

表 1 加工方案选择表文件结构

Table 1 The file structures of process project choice's table

字段名称 Filed name	字段内容 Filed content	数据类型 Data type
形面编码 Shape code	1 100	Number
形面名称 Shape name	外圆面 Outer round	Character
加工精度上限 Maximal processing precision	8	Number
加工精度下限 Minimal processing precision	10	Number
R _{dm in}	1.6	Number
R _{dm ax}	3.2	Number
材料代号 Material code	1	Number
加工方案代号 Process project's code	2	Number

转化为关系模型后的 14 个关系表文件构成了决策所需的全部工艺知识内容。各表中的一个元组记录着一条工艺知识数据, 各表之间通过关键字设计建立起图 1 中的结构关系。对于给定的一个零件, 通过生产类型选择关系可以确定零件的生产工艺特点, 通过毛坯选择关系可以确定零件毛坯类型, 通过加工方案选择关系可以确定零件各表面的加工方案, 通过机床、刀具选择关系可以确定实现方案中某一加工的机床与刀具, 通过基准选择关系可确定实现某一加工的加工基准, 通过工艺路线确定关系可得到零件加工的工艺路线。工艺决策的过程, 就是系统根据零件信息按一定的决策机制和控制策略不断访问查询和匹配知识记录的过程。

3.2 工艺知识组织与管理

在用实体联系分析法建立工艺知识的概念模型和用关系模型建立工艺知识的逻辑模型之后, 最重要的工作就是根据模型设计规范与要求, 整理组织工艺知识内容, 其存贮结构由支持工艺知识库的 DBMS 自动实现, 本研究中依赖于文献[10, 11]完成了工艺知识数据的组织与整理。

在应用中, 工艺知识库中的知识数据, 特别是有关加工资源的数据必须与工厂的实际情况相一致,

3 工艺知识的表达与组织

3.1 工艺知识关系模型

E-R 模型中的实体是信息管理的对象, 实体通过属性来反映其性质并与其他实体形成一定的联系。把 E-R 模型向关系模型转换时, 只需将 E-R 模型中的实体和实体间的联系对应地转化为关系模式, 定义成二维表来描述。把图 1 中每一类实体及不同实体之间的联系分别定义为关系模式后, 就可通过 14 个二维表来表达工艺知识。限于篇幅, 这里仅给出图 1 中加工方案选择关系转换为关系模型后的库文件结构, 如表 1 所示。

并能随着工厂设备和工艺的改进, 更新工艺知识库的内容。本研究过程中利用 VB 可视化变成技术完成了工艺知识库的设计工作, 通过 VB 中 DAO 类数据控件和数据感知控件把数据更新界面(面向用户)和数据表链接起来, 并编写了独立于具体数据库管理系统的工艺知识库管理程序, 以实现不同加工环境下工艺知识的更新与维护^[12~14]。

4 结 论

工艺知识在计算机内部的合理组织与表达, 是 CAPP 系统开发中必须解决的关键问题之一。工艺知识的运用形式、工艺知识的结构及机内表达方式, 决定着 CAPP 系统的体系构成、决策机制与工艺生成效率。本研究吸收了常规程序与专家系统进行工艺决策的优点, 基于关系数据库的工艺决策模型, 用 E-R 方法对工艺知识进行了分析、组织与结构设计, 实现了工艺知识的机内表达。文献[1]的研究表明, 这种表达方式能够保证在工艺知识与推理程序相对分离的条件下, 进行工艺决策时零件信息与工艺知识之间的高效匹配和不同加工环境下工艺知识的维护与更新, 较好的解决了回转体零件智能化 CAPP 系统^[1]开发过程中的工艺知识表达问题。

[参考文献]

- [1] 赵友亮 回转体零件智能化 CA PP 系统的设计与实现[D] 陕西杨陵: 西北农林科技大学机电学院, 2002
- [2] 李梦群, 蒋 平, 刘春美 通用 CA PP 系统开发环境研究[J] 机械制造, 2000, 38(8): 12- 14
- [3] 蔡 颖, 薛 庆 CAD/CAM 原理与应用[M] 北京: 机械工业出版社, 1998 188- 195
- [4] 李治钧, 陈国定 计算机辅助工艺设计—CA PP[M] 成都: 成都科技大学出版社, 1996 108- 131
- [5] 王春山 专家系统在 CA PP 中的应用[J] 机械设计与制造, 1992, (6): 16- 19
- [6] 方明伦, 林财兴 专家系统基本原理及其在机械制造中的应用[J] 机械制造, 1990, (8): 3- 5
- [7] 赵瑞清 专家系统原理[M] 北京: 气象出版社, 1987
- [8] 赵瑞清, 王 晖, 邱涤虹 知识表示与推理[M] 北京: 气象出版社, 1991
- [9] 张振明, 黄乃康 并行工程下 CA PP 工艺决策加工元模型研究[J] 机械科学与技术, 1998, 17(1): 170- 172
- [10] 张耀宸, 马占永 机械加工工艺设计实用手册[M] 北京: 航空工业出版社, 1993
- [11] 周开勤, 唐蓉城, 杨景惠 机械设计师实用手册[M] 天津: 天津科学技术出版社, 1995
- [12] Wayne Freeze Visual Basic 数据库编程宝典[M] 尹吉吉, 冯 硕, 译 北京: 电子工业出版社, 2001
- [13] 蒋 斌, 杨 超 VB 程序设计[M] 北京: 电子工业出版社, 2001
- [14] 刘圣才, 李春葆 VB6.0 程序设计导学[M] 北京: 清华大学出版社, 2002

Technical know ledge expression based on relation model

ZHAO You-liang, YANG Q ing, L IM in-tong, HE Xi-ying

(College of Mechanics and Electronic Engineering, Northw est Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper offers the technical decision-making model which is based on relation database management, and technical know ledge is analyzed, organized and expressed in computer on the basis of relation data model according to the technical decision-making model. The first reference in the paper shows: the expression could efficiently ensure the matching between technical know ledge and part information when the technical decision-making is processing, the maintenance and renewal of technical know ledge in different manufacture conditions are put forward as well.

Key words: CA PP; technical know ledge; expression method