

专家系统技术在纺织机械制造中的应用

史明华

(天津纺织工学院)

【摘要】 计算机辅助工艺规程设计系统(JW-CLCAPP)是专为纺织机械齿轮类零件所开发的。该系统设计中应用了人工智能理论和专家系统技术,从而使它在软件结构,工艺知识表达和组织方法,工艺决策的逻辑形式等方面区别于传统CAPP程序设计的方法,提高了系统的灵活性和实用性,能够适应当前多品种小批量生产形式的发展。

一、专家系统与实用化CAPP系统

近年来在计算机辅助工艺规程设计(CAPP)系统开发中采用专家系统(ES)技术已引起人们的高度重视。但是,由于工艺设计本身的复杂性和动态性,在CAPP专家系统开发中遇到许多方法上的问题,需要进一步探索和总结经验。人们从CAPP发展过程中已看到人工智能的潜在作用,研究专家系统技术在CAPP中的应用无疑是发展方向。

笔者认为:当前为工厂开发实用化CAPP专家系统有很多困难,但是在研究CAPP系统体系结构中,可以吸取建造专家系统的原理,在程序结构设计、工艺知识的组织和表示等方面,运用专家系统技术的思想和方法,这样不但能提高CAPP系统的先进性,而且还能进一步提高系统的实用性。我们在JW-CLCAPP系统设计中,做了一些尝试,并且取得了满意的结果。

二、JW-CLCAPP系统概述

JW-CLCAPP系统是以经纬纺织机械厂配件六厂为对象而开发的软件系统。该厂是专为纺织机械加工齿轮的专业厂。该系统用于齿轮、链轮、蜗轮等零件的工艺过程自动编制,从1988年开始,我们花了一年多的时间,完成为实用CAPP应用软件开发。此系统已于1989年开始应用于生产实际,至今运行可靠,

JW-CLCAPP系统原用DEBASEⅢ关系数据库语言编制,源程序长度约1兆。现已全部用FOXBASE+编译,该系统功能齐全,实用性强,操作灵活方便,适用工厂使用。

系统主要功能如下:

(1) 零件形面描述、数据输入;(2) 检索零件形面码和特征数据;(3) 自动生成工艺规程;(4) 人机对话生成工艺规程;(5) 编辑修改工艺规程;(6) 打印输出工艺规程卡;(7) 检索工艺规程;(8) 工艺文件维护操作,工程数据库,工艺规则库管理;(9) 成批零件集中处理。对一批零件集中进行形面描述,信息全部输入后,立即自动生成工艺,能连续打印出一批零件的工艺规程。

三、专家系统技术在JW-CLCAPP中的应用

1. 工艺知识的组织、表示方法和工艺规则库的设计

工艺设计需要大量的工艺知识,而工艺知识是工艺决策基础,这些知识大部分来源于工艺专家的智慧 and 实际经验。众所周知,这些经验具有不确定性,加之零件加工过程中,工艺因素相当活跃,工艺信息量很大,且信息又具有不确定性、不完整性和不普遍性等特点。目前,现有的工艺设计方法缺乏良好的理论和坚实的科学基础,在工艺决策过程中尚不能建立

满意的算法和实用的数学模型。鉴于工艺知识的这些特殊性，使求解工艺过程自动设计的问题变得复杂和困难。我们曾用传统的过程性程序来处理工艺知识，但在应用和扩展中却遇到了难以克服的问题，相对而言，专家系统技术却具有明显的优越性。

在 JW-CLCAPP 系统中，我们应用了专家系统中采纳较多的方法，产生式规则来表示这些工艺知识。它是用条件集(IF)部分和行动集(THEN)部分来表达的一种决策逻辑形式。每条规则由前项和后项两部分组成，前项表示前提条件，指影响工艺选择的各因素。例如：零件形状、尺寸、精度、表面粗糙度等，各个条件之间用逻辑词组成不同的组合；后项表示当前提条件为真时所得出的各种结论，比如所选择的工序或加工方法、工装设备等。例如：该系统中一条简单的产生式规则内容如下：

IF 是圆柱直、斜齿轮
 AND 材质是优质碳钢、合金钢或铸铁
 AND 径向有非均匀螺孔
 THEN (所选择的加工方法是)钻底孔和攻丝和去毛刺、清洗。

我们在分析该厂全部产品图纸和工艺基础上，结合实际生产环境，搜集、总结出切实可行的工艺决策知识规则约 200 多条，全部组织于工艺规则库中，供系统工艺决策时调用，从而能获取各种齿轮的制造逻辑。为了提高对规则的搜索效率，缩短推理时间，同时也为了提高系统的通用性，我们在设计工艺规则库时采取以下措施：

(1) 将工艺规则库中的规则划分为推理规则和运算规则两大类，按类存贮和调用。推理规则属于判断性知识，存贮于以下规则库文件中，零件形面特征识别规则库；工艺分族，分组规则库；工序选择及排序决策规则库；刀、夹、量、辅具选择规则库。运算规则是计算原则和公式，存贮于以下库文件中；工序尺寸计

算规则库；工序间形位公差计算规则库；工时定额及计算规则库。

(2) 依照成组技术的原理来归类处理工艺决策知识，按各种零件族，工艺组分别组织各自的工艺规则库。

(3) 工序选择及排序规则库中存放一系列条件集和与之相对应的工序码集，它们是一些按照各类零件加工优先关系原理分层次组织的规则集。

2. 程序、数据及规则三者相分离的设计方法

JW-CLCAPP 程序设计采用多层次模块化结构。整个系统由九大功能模块(参见图 1)，工程数据库及工艺规则库三大部分组成。

支持该系统运行的有一个齐全的工程数据库，其内容、性质和工艺设计过程中的作用详见表 1。

表 1 JW-CLCAPP 系统中数据库内容和作用

性质	类别	数据库内容	作用
静态库	零件信息库	标头信息库 零件编码库 零件外部信息库 零件内部信息库 形面码库	存贮零件特征信息知识是工艺设计的依据
	工艺数据库	标准工序码库 标准工步库 机床设备厂 刀、夹、量、辅具 公差库	存贮企业现实性知识是工艺设计基础
动态库	中间过程库	公称尺寸库 工步尺寸库 形位公差库 粗糙度库 工装规格库	存贮动态生成事实，推理过程中得到中间信息，完成有关信息的转换

该系统中全部工艺决策逻辑和有关的推理控制策略，都是通过对工艺决策规则库的有效访问和推理、对工程数据库中的制造数据快速查寻和调用，从而实现工艺过程的自动设计。我们还根据齿轮工艺特点采用以标准工序为核心来自动完成工序设计，使整个工艺决策推理过程具有简便性、启发性和实用性的特点。

传统过程性程序的 CAPP 系统设计时，

功能模块

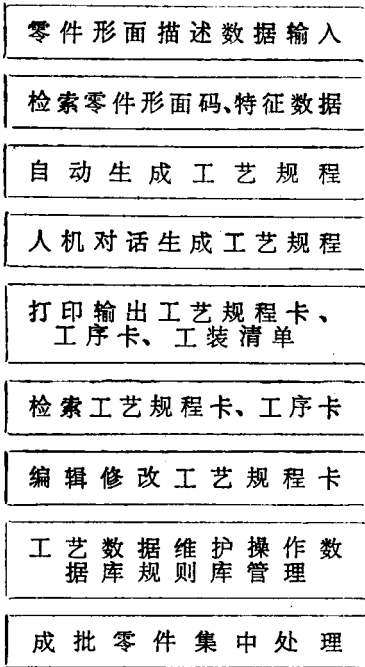


图1 JW-CLCAPP系统组成

将复杂多变的工艺决策规则全部以固定程式编制在程序中，这样的程序结构缺乏灵活性，一旦制造系统的工艺条件稍有变化，系统修改、扩充十分不方便。专家系统的最大特点是把知识和推理分开。JW-CLCAPP系统中吸取了这种设计思想，我们将工艺规则库和工程数据库独立于CAPP推理程序，把工艺知识和使用知识的方法独立分开。这样，使我们对工艺规则库中的规则集和工程数据库中零件信息和制造数据进行修改，删除时操作起来十分方便。其结果大大地提高了系统的柔性和适应性。事实证明，三年多来该厂尽管图纸在成倍地增加，但我们只需修改和补充工艺规则库、数据库及调整少量程序，就能很快地适应新产品新零件编制工艺的需要，说明该系统对加工决策有较强的应变能力，从而使系统对编制齿轮零件工艺过程的覆盖率始终保持在80%以上。

四、结 论

近十年来，我国CAPP技术发展相当迅速，据不完全统计，国内已开发出50多个CAPP系统，但是真正能应用于生产实际的还很少。JW-CLCAPP系统设计中既重视实用性又重视方法的先进性，我们不仅将成组技术与计算机技术充分结合，而且运用了专家系统技术的思想和方法，因而提高了系统的先进性和实用性。经过三年多生产实践的考验，证明该系统能符合该厂工艺设计和工艺管理的需要，并已受到用户的普遍欢迎和好评。应用此系统已编制了几十种纺机产品齿轮工艺规程的设计，目前六配车间中使用的工艺过程卡、工序卡、工装清单全部是计算机打印出来的。他们已体会到该系统的优越性，它有利于提高工艺文件质量，促进工艺过程的优化和该厂工艺基础工作的标准化，提高了工厂工艺管理水平，切实减少了工艺多样化。原来平均每天只能制定两份齿轮工艺过程卡，现在自动生成一个零件工艺过程仅需1分多钟，提高了工艺人员工作效率至少二十几倍，缩短了生产准备周期，其经济效益是十分显著的。

该系统于1989年4月通过专家评审，于同年8月又通过纺织部鉴定，与会专家一致认为，JW-CLCAPP在纺织制造业中是第一个应用于生产实际的CAPP系统，该系统目前在纺机行业中居领先地位，并达到国内CAPP开发应用先进水平。此系统荣获1990年度纺织部科技进步二等奖。

参加此系统研制工作的还有天津纺织工学院谢澄教授，李维刚、田凤玲讲师，经纬纺机厂李影高工、朱羽华、贺君志等同志。

参 考 资 料

- [1] 林瑞编著，《专家系统原理与实践》1988年，清华大学出版社，p.10。
- [2] 《机械设计与制造》，1991，p.30。