

# 电器 CA PP 专家系统的开发方法

修士新 西安交通大学(710049) 孟庆龙 河北工业大学(300130)

**【摘要】** 本文提出了一种电器 CA PP 专家系统模型并论述了其特点及开发方法。

**【关键词】** 电器 CA PP 专家系统

## 概述

工艺设计是从产品设计阶段向产品制造阶段过渡的必要和重要环节,是生产准备的第一步。目前,CA PP (Computer A ided Process Planning, 计算机辅助工艺规程设计) 在我国的应用已取得很大进展,开发出了一些实用性、可移植性的 CA PP 系统。

电器制造工艺借助于 CA PP 系统可以迅速地编制出完整而详尽的工艺文件,它将使工艺人员摆脱繁琐的数值计算、查阅标准和规范、填写表格、画工序图等繁杂和重复性的工作。积极开发研究电器类型的 CA PP 系统将为全面提高电器制造业的经济效益和实现现代化的生产创造条件。

电器的计算机辅助工艺规程设计是通过向计算机输入被加工零件的原始数据、加工条件和要求,由计算机自动编码和编程,直至最后输出经优化的电器制造工艺卡片的过程。

按照 CA PP 理论,CA PP 系统可分为三类:一是检索式,以数据检索式查询事先以零件族为基础存入的相似零件的标准工艺规程,通过人工编辑、修改后形成工艺规程的一种方法。二是样件法,利用成组技术原理,对各种零件按其形状及工艺上的相似性分类归族,构造出能够具有该族零件所有特征的主样件,按照主样件制定出最优加工方案的典型工艺规程,存储于计算机中。利用样件法编制工艺规程时,首先判定零件所属的零件族,然后调出该族主样件的工艺文件,再经人工修改、编辑后形成零件的工艺文件。以上两种类型系统易于实现,但自动化程度不高。三是创成式,它不依靠任何标准工艺规程,而是由建立在系统内部的逻辑与算法进行工艺规程编制的一系列决策,并最终自动地形成工艺规程,自动化程度较高。其主要特征是:输入几何描述(零件信息) 问题分析 逻辑求解 方案比较 优化选择 计算 输出工艺规程。

创成式的 CA PP 系统可由一般程序系统设计方式实现,也可应用人工智能技术。应用人工智能技术而实现的 CA PP 系统称为 CA PP 专家系统。

专家系统利用知识库中的专家经验知识进行推理。通过建立 CA PP 专家系统可以达到以下目的:(1)继承和传播宝贵的工艺设计知识;(2)使工艺师的知识形式化;(3)汇集各种来源的知识,比某一位工艺师的经验知识更丰富、完善;(4)提高 CA PP 系统的智能性。另外还会使系统具有可变性、透明性和易扩展等优良性能。

## 1 电器 CA PP 专家系统的结构

电器 CA PP 专家系统的结构框图如图 1 所示。

系统主要由输入、输出、库、知识获取、推理机、动态数据库、方案优化、解释器及主控模块组成。

各部分功能如下:

输入: 提示、接收用户输入并对输入数据进行处理。

输出: 对形成的工艺文件进行管理。

库: 包括知识库、零件信息库、数据库、文件库及工艺规则库、工艺装备库, 用于存放经验知识、零件加工要求、工艺文件及工艺规则、工艺装备数据, 以及零件工艺制定时所需的其它一些数据。

推理机: 模拟工艺设计专家的设计过程。

动态数据库: 用于存放推理过程中产生的中间结果、有助于实现有效的推理。

方案优化: 工艺决策时, 若有几个方案出现, 则需对方案进行评价, 找出最优者。

解释器: 用于对系统所做出的结论进行解释, 增加系统的透明度。

知识获取: 对知识库、数据库及工艺规则库、工艺装备库进行维护。

主控模块: 即系统的集成控制环境, 对系统的各功能模块进行调用、管理。

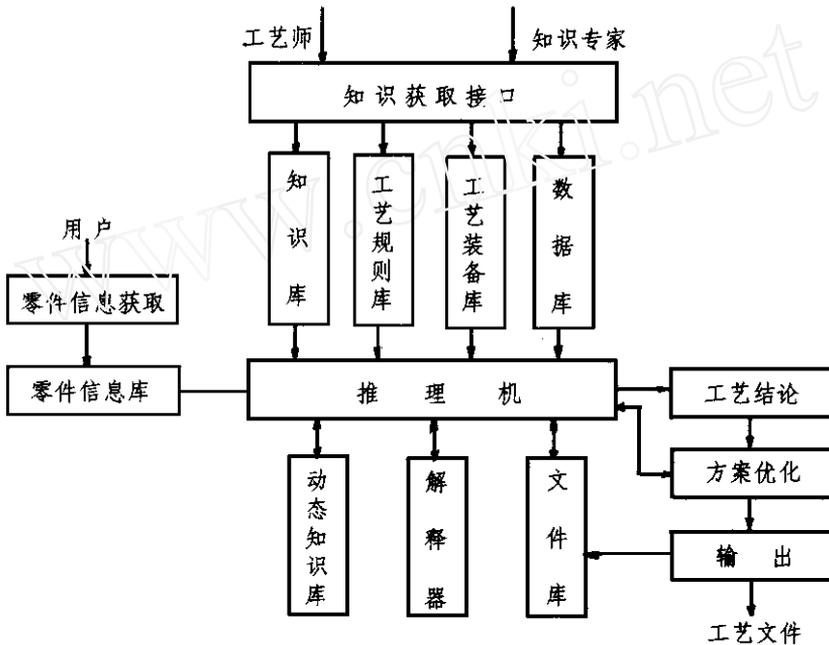


图1 电器CAPP专家系统结构框图

## 2 工艺知识的获取与知识表示

电器制造业隶属于机械制造范畴, 但电器产品根据其本身的性能要求、结构型式和体积大小等因素又有其自己的制造工艺特点, 即工艺涉及面广、工艺装备多、材料品种规格多以及精度要求复杂等。

零件的工艺规程制定是一项综合性的工作, 它包括理论计算、综合分析和实际经验等方面, 这些知识源于工艺规则、手册和工艺师的经验及工厂的实际生产条件等, 是大量工艺师智慧和经验的结晶。在工艺设计过程中, 主要工作不是计算, 多数问题的求解过程难以用数学模型表示, 而是逻辑判断和决策过程。此外, 工艺设计随生产环境和生产发展而变化, 特别是对不

同的制造工厂,其加工方法和手段可能完全不同,这就使工艺知识具有针对性和特殊性,但对同一家工厂而言,在生产技术手段及设备未做重大变革时,其工艺知识具有普遍性和继承性。那么在获取工艺知识时,就应由本厂的工艺师(专家)在总结工艺经验的基础上把它们上升为知识,并通过验证保证其实用性及正确性。

知识的表示方法有多种。工艺知识在计算机中的表现形式称为知识的表示,用计算机语言把工艺知识表示出来,才能使其在计算机系统中得以利用。其表示方法主要有谓词逻辑、属性值表示、语义网络、产生式规则、框架表示和神经网络表示等。由于工艺知识不具备精确的定义和严格的分析,而且产生式规则采用 IF—THEN 结构,接近人类思维和会话的自然形式,这就给系统的设计者和工艺专家的协作创造了条件。

产生式规则表示为:

< Rule—Name >	< Number >
规则名	规则号
IF < A = (a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> , ..., a <sub>m</sub> ) >	条件
THEN < B = (b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub> , ..., b <sub>n</sub> ) >	结论
< CF (Value) >	

用 CF (Value) ——可信度因子来表示这些事实和规则的经验程度,从而实现不精确推理。系统的知识可分为三大类:选择加工方法知识、确定加工工序知识和组合工序内容的知识等,根据不同的知识类型,分别采用下述方法表示:

#### 1) 事实规则

(A B), 用它来表示设计原则、经验和一些启发性知识,满足条件 A 则得出结论 B。

#### 2) 计算规则

设有参数集合  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , 则有  $(V_{xi}) ((A \ X) \ f(x))$ , 此式的含义是如果条件 A 成立, 而且参数集合中的元素已知时, 则按  $f(x)$  的关系式计算。该式用于描述设计过程中的一些计算, 用以帮助决策。

#### 3) 判断规则

$(V_{xi}) (A \ X(x_i: c_i \ x_i \ d_i)) \Rightarrow (B \ f(x))$

若条件 A 和参数集合 X 已知, 且参数集合中的某些元素满足一定的约束条件时, 可得出结论 B 或按  $f(x)$  关系计算。

### 3 知识库的组织 and 结构

要让工艺师制定出适合于所有零件的工艺规则是行不通的, 因为零件千差万别, 其加工方法也不一样。在知识库的建造过程中, 就要应用成组技术, 把尺寸、形状、工艺相似的零件组成一个零件族, 针对族内零件制定规则, 一族零件的规则就构成一个子知识库, 不同子库之间相互独立。不同子库中相同条件下得出的结论可能会不同。

### 4 推理机

推理是根据工艺知识库中的知识, 按照一定的控制策略, 对零件进行工艺规程编制。

推理机是进行工艺路线创成的逻辑推理机构, 它是一组程序, 接收信息输入, 访问知识库, 决定规则的选取, 推演出问题的最好解答。

推理机采用两种控制策略: 正向推理和逆向推理(或称反向推理)。

正向推理是从零件的初始状态,即毛坯状态开始,逐步选择合适的加工方法,直至能加工出符合最终要求的工序序列为止。

反向推理是从结论或目标出发,经过逆向链推出所存在的事实或数据,即从零件的最终状态——零件形状特征的图纸要求开始,反向逐步选择合适的加工方法,直至零件不再需要加工而回到毛坯状态为止。

由于反向推理与人们进行工艺设计的思维过程类似,而且将零件的设计要求作为唯一的目标,避免了盲目性,易保证质量,因而系统以反向推理为主。

为了协助推理机的有效推理,建立动态数据库,用以存放推理过程的中间结果。

## 5 系统开发特点

计算机辅助工艺过程设计系统非常复杂,除了工艺知识及专家经验知识的整理工作任务繁重外,软件的设计工作也十分繁重,因而选择高效的软件开发工具和优良的基础软件支持对缩短开发周期、节省开发费用等具有重要意义。

Turbo Prolog 语言是一种基于编译的人工智能语言,它具备很强的字符处理和逻辑推理机能,适合对专家知识进行处理。该语言系统内部的模式匹配和内部合一功能更易于推理机的实现,因此,在专家经验知识的处理和使用方面的程序用 Turbo Prolog 语言编写。

微软公司的 Auto CAD 软件具有极强的图形处理能力及应用二次开发接口,系统输出工序图部分是在 Auto CAD 上二次开发完成。

其它程序采用 Turbo C++ 语言编写。

由于采用模块化编程,每个功能子程序都是在系统的集成环境下被调用的,亦可单独运行,灵活性强而且维护简便。

用户在利用该系统进行零件的工艺规程设计时,有图形和对话框提示指导。另外,系统界面设计上采用下拉式中文菜单和图标技术,支持鼠标器和键盘,界面友善,操作简便。

由于生成的文件多,因而加强了文件的管理功能,包括文件的输出、打印、存贮、查询、修改及调用等都通过文件管理模块来实现。

### 参考文献

- 1 孟庆龙 电器制造工艺学(第2版).机械工业出版社,1992年10月
- 2 Chang T. C and R. A. wysk. An Introduction To Computer Aided Process planning. Prentice Hall, 1985
- 3 付京孙等 人工智能及其应用 清华大学出版社,1987年

---

(上接 25 页)

## 4 结论

本文所提的方案已研制成样机,理论分析与实验表明,该方案具有高精度、高可靠性等优点,由于软硬件设计先进,保护装置具有体积小、功能全、抗干扰能力强等特点,适用于中低压输电线路,可作为综合自动化系统的一部分。

### 参考文献

- 1 姚致清 集成电路馈线保护装置 继电器,1993 1
- 2 杨仪松 具有最小定时限特性的反时限过流保护 电力系统自动化,1992