

应用型本科 机械类专业“十二五”规划教材

计算机辅助工艺 过程设计(CAPP)

主编 焦爱胜

- 内容新颖：新知识、新技术、新工艺
- 特色鲜明：突出“应用、实践、创新”
- 定位准确：面向工程技术型人才培养
- 质量上乘：应用型本科专家全力打造



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

应用型本科机械类专业“十二五”规划教材

计算机辅助工艺过程设计(CAPP)

主 编 焦爱胜

副主编 刘立美 刘振昌

参 编 谢娟文 易湘斌 沈建成 马淑霞

主 审 严慧萍

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书阐述了 CAPP 的基本概念、支撑环境、原理、发展现状和发展趋势, CAPP 的基础技术(成组技术、零件信息的描述与输入、工艺决策), 工艺标准化, 工艺数据库(基于数据库的参数式 CAPP 系统、数据库的管理及应用)和 CAPP 的类型(交互型、派生型、创成型、智能型)等内容, 最后一章给出的 CAPP 实例是作者的科研项目和指导毕业生的设计内容。

本书可作为大学本专科机械设计、机械制造和机电一体化等专业的教材, 也可供 CAPP 开发和应用维护人员、机械加工工艺设计人员和车间工艺施工人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助工艺过程设计(CAPP)/焦爱胜主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2016.1
应用型本科机械类专业“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5606 - 3078 - 6

I. ① 计… II. ① 焦… III. ① 机械制造工艺—计算机辅助设计—高等学校—教材
IV. ① TH162

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 003397 号

策划编辑 马晓娟

责任编辑 阎彬 马静

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 9

字 数 207千字

印 数 1~3000册

定 价 16.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 3078 - 6/TH

XDUP 3370001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

在产品的设计制造过程中,工艺设计工作贯穿其中,它是企业生产活动中非常关键的一个环节。工艺设计工作受到多种因素的制约,其中任何一个因素发生变化,都可能导致工艺实际方案的变化。长期以来,工艺过程设计都是依靠工艺设计人员的个人积累经验去完成的,不仅手工劳动量大,而且设计质量也随设计人员的经验高低不等,很难实现设计结果的标准化。

出于上述考虑,计算机辅助工艺过程设计(Computer Aided Process Planning, CAPP)技术的应用显得尤为必要,它是利用计算机快速处理信息功能及具有各种决策功能的软件,来自动生成各种工艺文件的过程。它从根本上改变了依赖于个人经验、人工编制工艺规程的落后状况,促进了工艺过程的标准化和最优化,提高了工艺设计的质量。利用它可以迅速编制出完整而详尽的工艺文件,缩短工艺准备以及生产准备的周期,适应产品不断更新换代的需要。

本书是参考国内外同类教材,根据作者多年教学经验及专业知识积累,并总结近年来的教学改革经验编写而成的。本书是面向广大机械设计、机械制造及机电一体化等相关专业读者推出的专业基础类教材,内容实用,图文并茂,理论与实践结合紧密,旨在使读者能够更好地理解及掌握 CAPP 相关的内容。

本书共分六章。

第 1 章为 CAPP 概述,主要对计算机辅助工艺过程设计的基本概念、支撑环境、开发模式等做了详尽的描述,使读者对此技术所依赖的背景及意义有基本的了解;第 3 章通过对工艺标准化的目标、内容、方法及发展应用几个方面的讲解,使读者能很好地掌握工艺设计标准化及其规范的相关知识;第 5 章详尽讲解了目前 CAPP 的四大类型——交互型、派生型、创成型和智能型,使读者掌握 CAPP 每种类型的基本概念、工作原理、基本结构组成、设计流程及运行情况。

第 2 章和第 4 章是本书重点内容。在第 2 章里,通过对 CAPP 成组技术、零件信息的描述及输入工艺设计等方面知识的深入讲解,使读者能够系统地理解及掌握 CAPP 技术的基础知识,为后面工艺数据库的学习打下良好的基础;在第 4 章里,通过对基于数据库的参数式 CAPP 系统研究和数据库的管理及应用的详尽及深入讲解,使读者能够很好地掌握此技术的核心和精髓。在此基础上,通过第 6 章对交互型 CAPP 系统应用实例的详细讲解,使读者对此技术的

基本情况、系统结构、具体实现方法和具体操作过程等四个方面有更直观及全面的掌握。

限于作者水平，书中难免存在不妥之处，恳请全国同行及广大读者批评指正。

作者 焦爱胜

2015 年 10 月

目 录

第 1 章 CAPP 概述	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 CAPP 系统软件背景	1
1.1.2 CAPP 的概念及优点	4
1.1.3 CAPP 系统的功能	5
1.1.4 CAPP 的地位和作用	5
1.2 CAPP 的支撑环境	6
1.2.1 CAPP 的硬件环境	6
1.2.2 CAPP 的软件环境	7
1.2.3 应用软件	7
1.3 CAPP 的原理、开发模式及基础技术	7
1.4 CAPP 现状及发展趋势	8
1.4.1 CAPP 集成化层次结构	10
1.4.2 特征基 CAD/CAPP/CAM 集成技术	11
1.4.3 基于交互式的综合智能型 CAPP 系统	12
1.5 CAPP 技术当前存在的问题	14
1.6 研究 CAPP 的意义	14
第 2 章 CAPP 基础技术	17
2.1 成组技术	17
2.1.1 概述	17
2.1.2 零件分类编码系统	20
2.1.3 零件分类成组方法	34
2.1.4 成组工艺过程设计	40
2.1.5 成组技术的应用	42
2.2 零件的信息描述与输入	44
2.2.1 零件信息描述方法简述	44
2.2.2 基于特征的轴类零件信息输入	45
2.2.3 非回转体类零件信息描述与输入	48
2.3 工艺决策	50
2.3.1 基本概念	50

2.3.2 生成式工艺决策的类型	50
2.3.3 工艺决策	51
2.3.4 加工方法决策	51
2.3.5 工序决策	55
2.4 人工智能技术	60
2.4.1 人工智能技术在 CAPP 中应用状况	60
2.4.2 专家系统	61
2.4.3 人工神经网络在 CAPP 系统中的应用	67
2.4.4 物元可拓方法在 CAPP 系统中的应用	72
2.4.5 模糊理论在 CAPP 系统中的应用	77
第 3 章 工艺标准化	81
3.1 工艺设计概述	81
3.1.1 工艺工作的目标	81
3.1.2 工艺工作的任务	81
3.1.3 工艺工作的结构、流程分析	82
3.1.4 工艺工作的内容	82
3.1.5 传统工艺设计存在的问题	85
3.2 工艺设计与标准化技术	86
3.2.1 先进制造系统中的标准化技术	86
3.2.2 传统的工艺标准化技术	91
3.2.3 工艺标准化技术的发展	93
3.2.4 工艺标准化的方案	95
3.3 工艺设计标准与规范	97
3.3.1 基本概念	97
3.3.2 工艺路线规范	97
3.4 工艺设计标准化	98
3.4.1 工艺设计标准化的标准化	98
3.4.2 工艺设计标准化与 CAPP 的关系	99
3.4.3 工艺过程标准化的方法	99
3.4.4 工艺设计标准化的内容	100
第 4 章 工艺数据库	102
4.1 概述	102
4.2 基于数据库的参数式 CAPP 系统	103
4.2.1 总体思想	103

4.2.2 基于数据库的系统核心	103
4.2.3 独特的参数式方法	104
4.2.4 智能的工步方案决策	105
4.2.5 面向企业产品数据管理	105
4.3 CAPP 中工艺资源数据库的管理与应用	106
4.3.1 集成化 CAPP 系统的总体结构	106
4.3.2 工艺资源数据库管理	107
4.3.3 工艺资源库的应用	109
4.3.4 总结	109
第 5 章 CAPP 的类型	110
5.1 交互型 CAPP 系统	110
5.1.1 概述	110
5.1.2 交互型 CAPP 系统的总体结构与工作流程	110
5.1.3 交互型 CAPP 系统的数据结构	112
5.2 派生型 CAPP 系统	112
5.2.1 概述	112
5.2.2 派生型 CAPP 系统的工作原理	113
5.2.3 派生型 CAPP 系统的设计过程	113
5.2.4 派生型 CAPP 系统基本构成与运行过程	114
5.2.5 派生型 CAPP 系统的应用示例	115
5.3 创成型 CAPP 系统	118
5.3.1 创成型 CAPP 的基本原理和系统构成	118
5.3.2 工艺决策技术	119
5.3.3 创成型 CAPP 系统设计和工作过程	121
5.3.4 创成式 CAPP 系统的特点	122
5.4 智能型 CAPP 系统	122
5.4.1 概述	122
5.4.2 智能化 CAPP 体系与结构	124
5.4.3 智能型 CAPP 系统实例	125
第 6 章 CAPP 实例	127
6.1 交互型 CAPP 系统的概述	127
6.2 交互型 CAPP 系统的结构	127
6.2.1 交互型 CAPP 系统的体系结构	127
6.2.2 交互型 CAPP 系统的数据结构	129

6.3 交互型 CAPP 系统的具体实现	129
6.3.1 交互型 CAPP 系统的界面设计	129
6.3.2 交互型 CAPP 系统的模型树设计	131
6.3.3 交互型 CAPP 系统工艺流程管理	132
6.3.4 交互型 CAPP 系统数据库制作——添加控制	133
6.3.5 机械加工工艺卡片制作过程	133
参考文献	136

第 1 章 CAPP 概述

1.1 基本概念

1.1.1 CAPP 系统软件背景

工艺设计是机械制造过程准备工作中的一项重要内容,是产品设计与车间生产的纽带,它所生成的工艺文档是指导生产过程的重要文件及制定生产计划与调度的依据。工艺设计对组织生产、保证产品质量、提高劳动生产率、降低成本、缩短生产周期及改善劳动条件等都有直接的影响,因此是生产中的关键工作。工艺设计必须分析和处理大量信息,既要考虑产品设计图上有关结构形状、尺寸公差、材料、热处理以及批量等方面的信息,又要了解加工制造中有关加工方法、加工设备、生产条件、工时定额,甚至传统习惯等方面的信息。工艺设计包括查阅资料和手册,确定零件的加工方法,安排加工路线,选择设备、工装(必要时还要设计工装)、切削参数,计算工序尺寸,绘制工序图,填写工艺卡片和表格文件等工作。工艺设计随企业资源及工艺习惯不同有很大差别,在同一资源及约束条件下,不同的工艺设计人员可能设计不同的工艺规程,这是一个经验性很强且影响因素很多的决策过程。制造业正在进入信息化及知识经济时代,当前机电产品的生产以多品种小批量生产为主导,传统的制造模式远不能满足快速发展的市场需要。利用以信息技术为主的多科学综合先进技术改造、提升我国传统的制造业势在必行,其生产模式也必然产生一系列的变化,作为产品生命周期中一个很重要进程的工艺设计环节,也必须随之产生相适应的变化和发展。传统的工艺设计方法已远不能适应当前机械制造行业发展的需要,具体表现为:

- (1) 传统的工艺设计由人工编制,劳动强度大,效率低,主观灵活性大。
- (2) 手工设计工艺规程效率低下,存在大量重复劳动。
- (3) 设计质量在很大程度上依赖于工艺设计人员的水平。
- (4) 人工工艺设计很难做到最优化、标准化。

CAPP(Computer Aided Process Planning)是利用计算机快速处理信息的能力及具有各种决策功能的软件,自动生成各种工艺文件的过程。它的构成如图 1-1 所示。

用 CAPP 系统代替传统的工艺设计方法具有重要的意义,主要表现在:

- (1) 可以将工艺人员从繁琐和重复性的劳动中解放出来,转而从事新工艺的开发工作。
- (2) 可以大大缩短工艺设计周期,提高产品对市场的响应能力。
- (3) 有助于对工艺设计人员的宝贵经验进行总结和继承。
- (4) 有利于工艺设计的最优化和标准化。
- (5) 为实现 CIMS 等先进的生产模式创造条件。

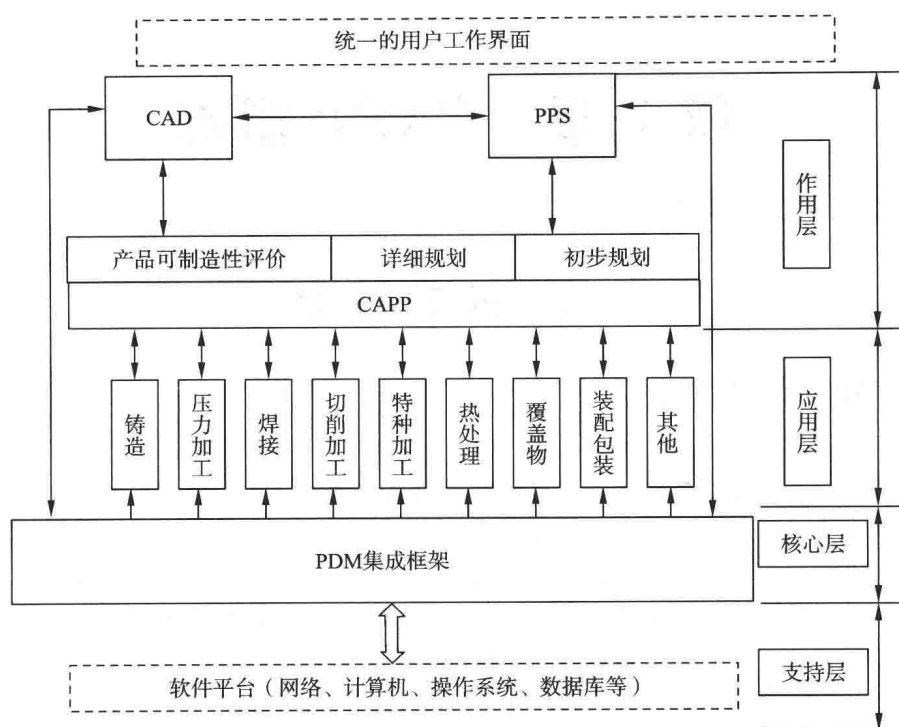


图 1-1 CAPP 系统的构成

CAPP从20世纪60年代开始研制,研制出的许多CAPP系统大都用于生产中。表1-1列出了国外著名的CAPP系统,它们大都采用FORTRAN语言编写。表1-2列出了国内研究的部分CAPP系统。它们大都用于回转体零件,其次用于棱柱形零件和板块类零件,其他非回转体零件也有应用。

表 1-1 国外研究的主要技术成果

序号	研制单位	适用范围	适用情况	开发年代
1	挪威	回转体零件	商业	1969/1973
2	美国CAM-I	所有零件	商业	1976/1973
3	美国工艺研究中心	回转体零件	商业	1977
4	美国普渡大学	箱体零件	学术	1977
5	日本神户大学	棱柱形	学术	1976/1980
6	德国亚琛工业大学	回转体及板块零件	商业	1976/1980
7	荷兰应用科学院	回转体棱柱体	商业	1980
8	美国金属切削协会	回转体零件	商业	1980
9	美国曼彻斯特大学	回转体零件	商业	1980
10	美国CAM-1	所有零件	学术	1980
11	柏林工业大学	回转体零件	学术	1982
12	普渡大学和宾州大学	棱柱	学术	1984

九五期间我国投入了大量的人力物力进行 CAPP 系统的研究与开发工作,已初步建成基于 Sybase 数据库 C/S 结构的多模式多用户网络化 CAPP 系统。该系统集创成型、派生型、交互型于一体,可作为一个独立系统使用,在系统内部下发工艺任务,完成工艺设计,也可与其他系统集成使用,如直接从 MIS 系统接受工艺任务,按产品结构进行配套工艺设计,并能自动生成各种工艺报表。该系统已在科研生产中得到应用并发挥了积极作用,但从工艺生成的方型来讲,使用交互型和派生型较多,而使用创成型较少。究其原因虽然是创成型 CAPP 系统生成效率高、工艺人员劳动强度低,但由于工艺知识库中的内容太少,只有几组零件可以使用创成型 CAPP 进行工艺设计,从而使得创成型 CAPP 适用面太窄。因此,影响 CAPP 系统整体水平和通用性的主要瓶颈是工艺知识库的建立。国内大学在这方面进行了一些相关研究,并取得一定的技术成果,具体成果见表 1-2。

表 1-2 国内主要技术成果

序号	研制单位	适用范围	序号	研制单位	适用范围
1	上海同济大学	所有零件	10	江苏工学院	所有零件
2	北京理工大学	回转体零件	11	西安交通大学	回转体零件
3	北京航空航天	回转体零件	12	成都科技大学	齿轮
4	湖南大学	箱体零件	13	郑州纺织大学	回转体零件
5	东南大学	齿轮	14	济南第三机床厂	所有零件
6	北京机械工程院	所有零件	15	沈阳第三机床厂	回转体零件
7	机械部工程院	轴类零件	16	天津大学	仪器底座
8	武汉钢铁机械厂	回转体零件	17	南京航空学院	回转体零件
9	浙江大学	回转体零件	18	唐山轻机厂	所有零件

随着科技创新和工业一体化的发展,机械行业 CAPP 的瓶颈问题一定会得到更好的解决。

如何在一定的时间范围内利用有限的资源来实现特定的目标是每一个企业都需要解决的问题。企业的产品都要经历从开拓市场、扩大市场份额到能够保持尽可能稳定地占有市场的历程。

随着产品发布周期不断缩短,市场对企业的响应速度要求越来越高。资料显示,美国制造企业的经营从 20 世纪 50 年代的“规模效益第一”,经过 70 年代和 80 年代的“价格质量第一”和“质量竞争第一”,发展到当前的“市场响应速度第一”,时间因素被提到了首要地位。因此如何应用现代科技手段,以最短的生产周期、最低的制造成本向市场提供用户要求的高质量产品,成为当今制造工程研究的重要命题。

1973 年,美国 Joseph Harrington 博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首次预言性地提出了计算机集成制造(CIMS)的概念,到了 80 年代初,美、日、欧共同体都把 CIMS 的研究与开发列为科技发展的一个战略目标。当前制造业正向着以计算机、信息技术和先进制造技术为核心的新一代生产模式方向发展。CIMS 在自动化技术、信息技术和先进制造技术的基础上,通过计算机及其软件,将制造工厂全部生产活动所需的各种分离的自动化系统有机地集成起来,适合于多品种、中小批量生产的智能制造系统,具有总

体高效益、高柔性的特点。CIMS的工作重点是集成企业内部信息,强调技术支撑与管理。在实施过程中,CIMS不断吸收新技术、新思想、新观念,发展形成多种新一代生产模式,其中具有较大影响的有柔性制造系统、并行工程、精益生产、敏捷制造、虚拟制造以及全球制造等。

新的制造理念 CIMS 的提出,必然对其重要的组成部分 CAPP 也提出了更高的要求。全球化、网络化制造趋势的发展,企业对于整个供应链的协作力度加大,这必然要求工艺设计的反应要和产品的整体设计速度、转型速度及生产周期短的情况相适应;随着数控机床和加工中心的不断普及,对工艺设计也提出了更高的要求,以往普遍采用手工编写工艺的方法已经不能适应现代的快节奏。信息化时代的管理工作要求工艺人员放下传统的纸和笔,充分利用信息技术的优势来进行企业的工艺和管理工作。作为生产型企业,管理的一些原始数据和关键资料均来自生产一线,特别是工艺部门,因此,工艺技术人员工作质量的优劣、工作效率的高低直接关乎一个企业的发展。工艺部门是管理、设计与生产的核心部门之一,提高了工艺设计的质量与效率,就会突破企业管理及生产之间的瓶颈,就会在竞争激烈的市场站稳脚跟,促进企业的进一步发展。

1.1.2 CAPP 的概念及优点

CAPP 是利用计算机快速处理信息的能力及具有各种决策功能的软件,来自动生成各种工艺文件的过程。计算机辅助工艺过程设计(CAPP)借助计算机来实现工艺过程设计的自动化。

工艺工作贯穿在整个生产过程中。工艺设计工作涉及企业的生产类型、产品结构、工艺装备、生产技术水平等,还受到工艺人员实际经验和生产管理体制的制约,其中的任何一个因素发生变化,都可能导致工艺实际方案发生变化。因此,工艺设计是企业生产活动中最活跃的因素,使用环境的多样性必然导致工艺设计的动态性和经验性。

中小批量生产的机械制造业长期以来存在一个基本矛盾,即生产过程本身的高生产率、高自动化程度与生产准备工作的低生产率、低自动化之间的矛盾。

从新产品试制的过程看,周期最长的阶段之一是技术性生产准备工作,其中工艺设计是关键性的一环。工艺过程设计要解决的主要问题是:根据产品的性能要求,确定产品零件的加工方法、加工顺序、加工所选用的机床、切削刀具、夹具、加工尺寸及其余量、切削参数和工时定额等。

长期以来,工艺过程设计都是依靠工艺设计人员根据个人积累的经验去完成的,不仅手工劳动量大,而且设计质量也随设计人员的经验而有很大差别,难以实现设计结果的标准化。由于工艺过程设计 90% 以上的时间用于查阅技术资料、填写表格与说明等比较简单的工作,因此具有实现自动化的必要性,而且也有相当大的可能性。

综合上述,传统设计方法要求工艺人员必须有丰富的生产经验,熟悉企业内部各种加工方法及相应设备使用情况,熟悉企业内部各种生产加工规模和有关规章制度,能和各方面保持友好合作。

随着计算机在制造性企业中的应用,通过计算机进行工艺的辅助设计已成为可能,CAPP 的应用从根本上改变了依赖于个人经验,人工编制工艺规程的落后状况,促进了工艺过程的标准化和最优化,提高了工艺设计的质量;它使工艺人员从繁琐重复的计算、编

写工作中解脱出来,极大地提高了工作效率,从而使工作人员能将主要精力转向新产品、新工艺和新装备的研究与开发工作以及集中精力去考虑提高工艺水平和产品质量等问题。CAPP 可以迅速编制出完整而详尽的工艺文件,在缩短工艺准备以及生产准备的周期,适应产品不断更新换代的需要,保证工艺设计质量和提高产品工艺的继承性等方面很有成效。此外,CAPP 也为制定先进合理的工时定额以及完善企业管理提供了科学依据。引进并建立适合企业自身特点的 CAPP 系统,就可以解决现存的许多问题,在实现工艺设计、管理信息化的同时,提高企业的竞争力,为企业信息化管理打下坚实基础。

CAPP 系统为集成制造系统的出现提供了必要的技术基础。一个完整的 CAPP 系统所具有的功能应该包括自动从 CAD 系统中获取产品的相关数据,辅助工艺设计人员制定可以被生产计划系统接受的工艺过程数据和资源清单(刀具清单、机床清单、工装清单等)以及可以被质量控制系统接受的工艺过程数据等。

1.1.3 CAPP 系统的功能

一个 CAPP 系统应具有以下功能:

- ① 检索标准工艺文件;
- ② 选择加工方法;
- ③ 安排加工路线;
- ④ 选择机床、刀具、量具、夹具等;
- ⑤ 选择装夹方式和装夹表面;
- ⑥ 优化选择切削用量;
- ⑦ 计算加工时间和加工费用;
- ⑧ 确定工序尺寸和公差及选择毛坯;
- ⑨ 绘制工序图及编写工序卡。

有的 CAPP 系统还具有计算刀具轨迹,自动进行 NC 编程和进行加工过程模拟的功能,有些专家认为这些功能属于 CAM 的范畴。

1.1.4 CAPP 的地位和作用

在制造企业中,工艺规程作为一种指导性技术资料对企业的生产运作起着至关重要的作用。编制工艺文件的基本任务是将产品和零件的设计信息转换为加工方法。在传统的工艺设计方式中,工艺数据的正确性完全由设计人员来保证,但工艺数据繁多而且很分散,处理起来繁琐、易出错。CAPP 技术的出现为缩短产品生产准备周期,提高工艺文件质量,提供了一条切实可行的新途径。在面向现代化制造业的计算机辅助技术中,CAPP 是连接 CAD 与 CAM 的中间环节,是 CIMS 中不可缺少的部分。大部分企业一般都具有相对稳定的产品种类,其基本产品的工艺过程也是相对不变的,变化较多的则是产品的系列,因此,企业日常工艺设计的主要方式是基于产品工艺的改型设计。这种方式下,企业生产过程中所需要的工艺文件在相当程度上都具有很大的类似性。而在工艺文件的生成过程中,工艺卡填写、工序图绘制以及工艺计算是最主要的工作。因此,怎样实现这部分工作的计算机化才是提高企业工艺设计效率和质量,减少重复劳动,缩短开发周期的关键,也是我们在推广应用 CAPP 过程中首先应该解决的问题。

1.2 CAPP 的支撑环境

一个 CAPP 系统是由一系列必要的硬件和软件组成的, 如表 1-3 所示。

表 1-3 CAPP 系统组成

CAPP 系统	
CAPP 硬件系统	CAPP 软件系统
计算机	应用软件
存储器	支撑软件
其他外围设备	系统软件

1.2.1 CAPP 的硬件环境

CAPP 的硬件主要包括计算机及其有关的外围设备。

1. 硬件系统组成

CAPP 系统一般是在微机上运行的, 其基本硬件配置如图 1-2 所示, CAPP 系统一般包括:

① 计算机: 集成环境下在工作站、小型机环境下运行, 对于 CAPP 系统本身的工作来说, 一般的微机能够满足。

② 存储器: 硬磁盘、软磁盘和优盘等。

③ 图形显示器: CRT、阴极射线显示器、液晶显示器和等离子体显示器等。

④ 打印机: 喷墨式和激光打印机等。

⑤ 鼠标器: 机械式和光电式等。

另外, 还有键盘、扫描仪、绘图仪等输入/输出设备。

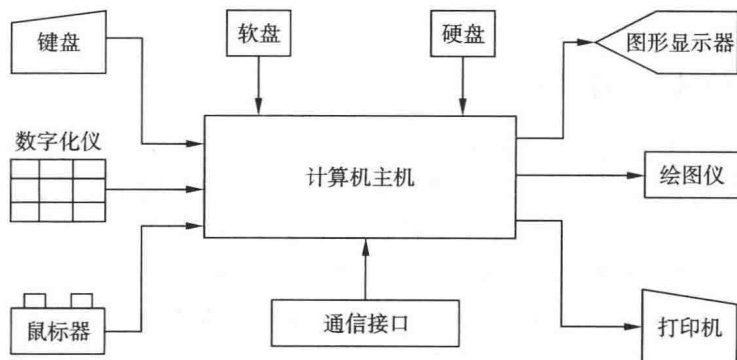


图 1-2 CAPP 硬件系统

2. CAPP 硬件系统的类型

硬件系统的类型主要按系统组织方式分为: 单机和联机。

单机系统是由一台计算机加上输入输出装置供单一用户使用的系统。

网络联机可以分为集中式和分布式两种形式。

1.2.2 CAPP 的软件环境

在微机上开发 CAPP 系统时,一般都要用 DOS 操作系统和与之都相配的汉字系统;其次是选择编程语言;此外还要确定数据文件管理方法(或选用数据库管理系统)以及选用工序图开发支撑软件等。

1) 选用 DOS 操作系统和汉字系统

DOS 和汉字系统版本都在不断提高,所以选用时应注意它们的适配性。此外,选用时还要注意汉字的输入方便性是否满足工艺规程输出的要求。例如某次实训工艺规程输出要求各种字型和字体,所以选择的汉字系统必须能方便地实现其要求。

2) BASIC 语言

BASIC 语言是一种通用语言,其主要特点为:

① 基本语句少,且语句和运算表达式与英语和数字表达式基本相同,容易记忆和理解。

② 处理字符(汉字)比较方便,功能强。

③ 能与 dBASE(FoxBASE)、AutoCAD 等其他软件进行数据信息交换,发挥各自特长。

④ 程序结构性较差,程序很大时编写很不方便。

3) 支撑软件的选择

CAPP 系统的工艺规程自动排印系统应选字符表格处理功能强的 dBASE 或 FoxBASE 作为开发工具比较合适。工序图选用了通用的 CAD 绘图系统,如 AutoCAD。

1.2.3 应用软件

目前市场主要使用的应用软件如表 1-4 所示。

表 1-4 应用 软 件

商品化的 CAPP 软件	商品化的 CAD/CAM 软件
开目 CAPP 系统	AutoCAD
清华天河 CAPP 系统	UGNX
金叶 CAPP 系统	Pro/Engineer
CAXA 工艺图表	MasterCAM

1.3 CAPP 的原理、开发模式及基础技术

计算机生成工艺的基本原理,是将经过校准、优化或编制后的工艺的逻辑思想(长期以来工艺师们积累的知识和经验),通过 CAPP 系统存入计算机,在计算机生成工艺时,CAPP 软件首先读取有关零件信息,然后识别并检索一个零件族的复合工艺和有关工序,

经过删除和编辑,并按工艺决策逻辑进行推理,最后自动生成具体零件的工艺。假如在计算机读取的零件信息中,部分信息超出计算机识别处理的范围,即找不到零件对应族或不能预先确定的工艺时,则计算机只能按信息错误处理。所以,计算机只能按 CAPP 软件规定的方式生成工艺过程,而不能创造新的工艺方法和加工参数。

一旦新的加工方法和加工参数出现,就必须修改 CAPP 系统中的某些部分,使之适应新的加工制造环境。虽然研究人员正在将人工智能引入 CAPP 系统设计和开发专家系统,但是由于工艺领域的特殊,很难收集到能被普遍接受的权威性的专家知识,所以专家系统目前还不成熟。

CAPP 的工艺生成原理有三种,即派生法、创成法和专家系统。这三种方法各有优缺点:派生式系统易于实现,但是柔性差,可移植性差;创成式系统具有一定的适应能力,但开发起来比较困难;专家系统具有启发性、透明性、灵活性等特点,前景广阔,但是存在着知识获取的瓶颈等一系列尚待解决的问题。除了专家系统方法,一些人工智能领域的最新研究成果也逐渐应用于工艺设计过程中。

CAPP 的基础技术有:

- ① 成组技术。
- ② 零件信息的描述与获取。
- ③ 工艺设计决策机制。
- ④ 工艺知识的获取及表示。
- ⑤ 工序图及其他文档的自动生成。
- ⑥ NC 加工指令的自动生成及加工过程动态仿真。
- ⑦ 工艺数据库的建立。

1.4 CAPP 现状及发展趋势

CAD 的结果能否有效地应用于生产实践,NC 机床能否充分发挥效益,CAD 与 CAM 能否真正实现集成,都与工艺设计的自动化有着密切的关系,于是,计算机辅助工艺规程设计(CAPP, Computer Aided Process Planning)就应运而生,并且受到愈来愈广泛的重视。工艺规程设计的难度极大,因为要处理的信息量大,各种信息之间的关系又极为错综复杂,而以前主要靠工艺师多年工作实践总结出来的经验来进行,因此,工艺规程的设计质量完全取决于工艺人员的技术水平和经验。但是这样编制出来的工艺规程一致性差,也不可能得到最佳方案。另一方面熟练的工艺人员日益短缺,而年轻的工艺人员则需要时间来积累经验,再加上工艺人员退休时无法将他们的“经验知识”留下来,这一切原因都使得工艺设计成为机械制造过程中的薄弱环节。CAPP 技术的出现和发展使得利用计算机辅助编制工艺规程成为可能。

对 CAPP 的研究始于 60 年代中期,1969 年挪威研制的第一个 CAPP 系统 AUTO-PROS,它是根据成组技术原理,利用零件的相似性去检索和修改标准工艺过程的形式,形成相应零件的工艺规程。AUTOPROS 系统的出现,引起世界各国的普遍重视。接着于 1976 年,美国的 CAM-I 公司也研制出自己的 CAPP 系统。这是一种可在微机上运行的结构简单的小型程序系统,其工作原理也是基于成组技术原理中,如图 1-3 所示。