

计算机辅助工艺 设计 (CAPP)

[illegible]

机械工业出版社

计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材

计算机辅助工艺设计 (CAPP)

赵汝嘉 严隽琪 主编



机械工业出版社

(京)新登字 054 号

内 容 简 介

计算机辅助工艺设计 (CAPP) 是联系 CAD 与 CAM 的纽带, 是 CAD/CAM 集成系统的关键技术。本书重点介绍了成组技术、零件信息描述与输入、工艺数据及其数据库、计算机辅助工序设计、数控信息生成、CAPP 系统中的人工智能技术等, 并结合实例, 介绍了 CAPP 系统类型及其工作过程和设计方法。

本书内容深入浅出、注重实际, 并附有练习题, 便于从事工艺设计的技术人员通过自学或培训掌握 CAPP 技术, 并应用于生产实践, 从而把工艺设计人员从繁重的重复性工作中解放出来, 从事创造性工艺工作。本书也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助工艺设计 (CAPP) / 赵汝嘉主编. — 北京: 机械工业出版社, 1995. 3
计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材
ISBN 7-111-04608-0

I. 计… II. 赵… III. 计算机辅助设计-计算机集成制造 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 15330 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 宋凤英 版式设计: 李松山 责任校对: 李尔斌
封面设计: 林 波 责任印制: 金嘉楠
机械工业出版社印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行
1995 年 3 月第 1 版 1995 年 3 月第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆ · 9.25 印张 · 230 千字 · 148 页
0001—5000 册
定价: 13.00 元

序 言

计算机辅助设计 (CAD) 是随着计算机、外围设备及其软件的发展而形成的一门新技术。经过最近 20 多年的发展, CAD 技术在国外工业发达国家已被广泛应用于机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、轻工、纺织、建筑及工程建设等各个领域, 成为提高产品与工程设计水平、降低消耗、缩短产品开发与工程建设周期、大幅度提高劳动生产率和产品质量的重要手段; CAD 技术及其应用水平已成为衡量一个国家的科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

自 80 年代开始, CAD 技术应用工作在我国逐步得到了开展, 经过“七五”的努力, 取得了明显的效益。采用 CAD 技术以后, 工程设计行业提高工效 3~10 倍, 航空、航天部门的科研试制周期缩短了 1~3 年; 机械行业的科研和产品设计周期缩短了 $1/3 \sim 1/2$, 提高工效 5 倍以上。特别是近两年以来, 我国在 CAD 技术的开发和应用方面, 取得了较大的进展。但是, 从总体水平上来看, 我国的 CAD 技术开发和应用水平与国外工业发达国家相比, 存在着较大的差距; 各地、各行业的 CAD 技术应用, 发展很不平衡, 特别是在 CAD 技术应用的广度和深度上, 以及在 CAD 技术对促进生产力发展的重要作用的认识上, 都存在着亟待解决的问题。

1991 年, 国家科委、原国务院电子办、国家技术监督局、原机电部、建设部、原航空航天部、国家教委、中国科学院等八个部委联合向国务院提交了《关于大力协同开展我国“计算机辅助设计 (CAD) 应用工程”的报告》。经国务院有关领导批示, 国务院于 1992 年以国办通 [1992] 13 号文批复了该报告, 同意由国家科委牵头, 原国务院电子办、国家技术监督局协助, 会同国家计委、国家教委、国防科工委、原国务院生产办、建设部、原机电部、原航空航天部、中国科学院等部门联合组成 CAD 应用工程协调指导小组, 协调指导开展这项工作。CAD 应用工程的总体目标是, 到 2000 年, 我国 CAD 科研开发及应用水平达到国外中等发达国家 90 年代中后期水平。

编 审 委 员 会

主 任 委 员：石定环

副主任委员：路继广 石教英 唐泽圣 陈贤杰 周全胜
韩中光

委 员：王豪才 冯辛安 刘永贤 孙林夫 陆 皓
周 济 周嘉玉 赵汝嘉 胡树根 贾昌传
黄陆光 葛巧琴 蔡 青

众所周知, 人才培养是开展 CAD 应用工程的重要环节之一。只有广大工程技术人员掌握了 CAD 技术, 才有可能使之转化为生产力, 促进 CAD 应用工程向纵深发展。80 年代初期, 美国从事 CAD/CAM 的技术人员已达 30 万人, 日本有 20 万人。据有关部门的调查分析, 到 2000 年, 我国必须分别培养出 10 万 CAD 技术研究开发人才、50 万操作应用人才和 250 万普及型人才, 才能满足 CAD 技术开发与应用的需求。因此, CAD 应用工程协调指导小组把 CAD 技术人才培训工作放在 CAD 应用工程“先行一步”的战略位置来抓; 并把建立全国 CAD 应用培训网络、开展 CAD 技术培训工作纳入了国家“八五”科技攻关项目, 有组织、有计划、有步骤地开展 CAD 技术培训工作, 满足 CAD 应用工程的需要。到目前为止, 已分别建立了北京、上海 (工程设计)、杭州、南京、东北 (沈阳、大连)、武汉、西安、成都、华南 (广州、深圳) 九个培训中心, 并以此辐射建立了 80 多个二级培训基地和三级培训点, 全国 CAD 应用工程培训网络初具规模; 在组建培训网络的同时, 已组织举办了 400 期 CAD 技术培训班, 培训了在职职工约 1 万多名。

通过几年来的 CAD 培训工作的实践, 大家感到, 有一套适合工程技术人员 CAD 应用培训的统一教材, 是全面、深入开展 CAD 培训工作, 提高培训质量的关键。因此, 经 1993 年的全国 CAD 应用工程第一次培训工作会议讨论, 决定委托机械部科技信息研究院机电产品设计信息中心统一组织有关专家、教授编写一套 CAD 培训教材, 即《计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材》, 并由机械工业出版社公开出版、发行。

从广义上说, CAD 涉及的技术内容非常广泛。但是, CAD 技术应用培训应以普及、学以致用为原则。因此, 本套教材以广大工程技术人员为对象, 以深入浅出、理论联系生产实际为编写原则。参加本套教材编写工作的近 50 多名作者, 大都是在 CAD 技术推广、应用中具有丰富的教学经验和实践经验的专家、学者。

全套教材共分八个分册。通过《CAD 基础及应用》、《计算机绘图》、《工程数据库技术》、《计算机辅助工艺设计 (CAPP)》、《CAD/CAM 技术概论》等五个分册, 力图让广大读者比较全面、系统地学习、掌握 CAD 的基本知识和应用方法; 通过《机械 CAD》、《电子设计自

动化技术》、《工程 CAD》三个分册，力图让机械、电子、工程设计与建设行业的读者进一步掌握 CAD 的应用技术。希望广大读者在实践中了解和学习本套教材；更希望 CAD 技术能在我国各行业的实际应用中发挥应有的作用！

国家科委工业科技司 国家教委科技司
《计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材》编委会

1994 年 8 月

前 言

随着计算机辅助技术在工业部门中广泛深入的应用,计算机辅助设计向两个方向发展:一是产品的计算机辅助设计,它已从单纯的计算机绘图向产品设计方案决策、集成工程分析、可靠性设计、智能设计系统等多学科综合应用方向发展,为保证产品设计质量,缩短设计周期,适应市场瞬息多变提供一个强有力的工具;另一是产品制造过程中的瓶颈问题,用计算机技术解决这个瓶颈问题是实际生产迫切的需要,使工艺设计人员从繁重的重复性的劳动中解放出来,从事创造性工艺,以改进工艺设计质量。加之 CAD 技术向 CAD/CAM 集成化方向发展,作为 CAD 与 CAM 之间的纽带,CAPP 在这两种需求下也就应运而生了。本书为适应这个迫切的要求,在工矿企业中推广 CAPP 技术,培训从事 CAPP 工作人员提供一个入门教程。

全书由赵汝嘉,严隽琪两人主编,其中第 1、2 章由赵汝嘉教授编写,第 3 章由张定红编写,第 4 章由江平宇编写,第 5 章由严隽琪教授编写,第 6、8 章由彭庆金编写,第 7 章由白作霖编写。蔡青教授作为本书的主审,在百忙中抽出宝贵的时间对全书进行详细的审阅,提出很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间短促,加之编者水平所限,错误之处在所难免,请读者指正。

编 者

1994 年 4 月

目 录

序言		习题	41
前言		第 5 章 计算机辅助工序设计	42
第 1 章 概述	1	5.1 概述	42
1.1 CAPP (Computer Aided Process Planning) 应用原理	1	5.2 工序决策	43
1.2 CAPP 在 CAD/CAM 集成系统中的作用	2	5.3 工艺尺寸确定	50
1.3 CAPP 的基本构成	2	5.4 工艺参数决策	55
1.4 CAPP 的基本类型	3	5.5 工序图的生成与绘制	57
1.5 CAPP 的基础技术	4	习题	60
1.6 CAPP 今后发展趋势	4	第 6 章 数控信息生成	61
习题	5	6.1 集成环境下对 NC 信息生成的要求	61
第 2 章 成组技术	6	6.2 NC 信息生成过程简介	61
2.1 概述	6	6.3 NC 信息生成器及其工作方法	67
2.2 零件分类编码系统	6	6.4 加工过程动态仿真	69
2.3 零件分类编码实例	7	6.5 商品化集成 NC 编程系统简介	70
2.4 柔性编码系统	11	习题	73
2.5 计算机自动柔性编码系统	13	第 7 章 CAPP 系统中的人工智能技术	74
习题	14	7.1 概述	74
第 3 章 零件信息描述与输入	15	7.2 专家系统的基本构成	75
3.1 CAPP 系统对零件信息描述技术的要求	15	7.3 知识表示及其推理	77
3.2 零件信息描述基本方法简介	15	7.4 工艺决策及推理机	87
3.3 旋转体零件图形输入方法	17	7.5 工艺设计专家系统开发工具	88
3.4 非旋转体零件图形输入系统	18	习题	93
3.5 集成环境下 CAPP 信息输入及接口技术	21	第 8 章 CAPP 系统类型及其实例	94
习题	22	8.1 概述	94
第 4 章 工艺数据及其数据库	23	8.2 变异型 CAPP 系统	95
4.1 工艺数据	23	8.3 创成型 CAPP 系统	101
4.2 工艺数据结构	25	8.4 综合型 CAPP 系统	105
4.3 工艺数据库及其设计	30	8.5 交互型 CAPP 系统	115
4.4 常用数据库系统简介	37	8.6 智能型 CAPP 系统	122
		8.7 典型机械零件 CAPP 系统	125
		习题	137
		参考文献	138

第1章 概述

1.1 CAPP (Computer Aided Process Planning) 应用原理

工艺设计是机械制造生产过程的技术准备工作的一个重要内容,是产品设计与车间的实际生产的纽带,是经验性很强且随环境变化而多变的决策过程。当前机械产品市场是多品种小批量生产起主导作用,传统的工艺设计方法远不能适应当前机械制造行业发展的要求,其主要表现在:

- (1) 传统的工艺设计是人工编制的,劳动强度大,效率低,是一项繁琐重复性的工作。
- (2) 设计周期长,不能适应市场瞬息多变的需求。

(3) 工艺设计是经验性很强的工作,它是随产品技术要求、生产环境、资源条件、工人技术水平、企业及社会的技术经济要求而多变,甚至完全相同的零件,在不同的企业,其工艺可能不一样,即使在同一企业,也因工艺设计人员不同而异。工艺设计质量依赖于工艺设计人员的水平。

- (4) 工艺设计最优化、标准化较差,工艺设计经验的继承性亦较困难。

随着机械制造生产技术的发展及多品种小批量生产的要求,特别CAD/CAM系统向集成化、智能化方向发展,传统的工艺设计的方法,已远远不能满足要求。计算机辅助工艺设计(CAPP)也就应运而生的,用CAPP代替传统的工艺设计克服了上述的缺点。它对于机械制造业具有重要意义,其主要表现如下:

(1) 可以将工艺设计人员从大量繁重的、重复性的手工劳动中解放出来,使他们能从事新产品的开发、工艺装备的改进及新工艺的研究等等创造性的工作。

(2) 可以大大地缩短工艺设计周期,保证工艺设计的质量,提高产品在市场上的竞争能力。

(3) 能继承有经验的工艺设计人员的经验,提高企业工艺的继承性,特别是在当前国内外机械制造企业有经验的工艺设计人员日益短缺的情况下,它具有特殊意义。

- (4) 可以提高企业工艺设计的标准化,并有利于工艺设计的最优化工作。

(5) 为适应当前日趋自动化的现代制造环节的需要和实现计算机集成制造系统(CIMS——Computer Integrated Manufacturing System)创造必要的技术基础。

正因为CAPP在机械制造业有如此重要意义,从60年代开始进行研究,30多年来已取得了重大的发展,在理论体系及生产过程实际应用方面都取得了重大的成果。但是到目前为止,仍有许多问题有待进一步深入研究,尤其是CAD/CAM向集成化、智能化方面发展,追求并行工程模式,这样都对CAPP技术提出新的要求,也赋予它新的涵义。CAPP从狭义的观点来看,它是完成工艺过程设计,输出工艺规程。但是为满足CAD/CAM集成系统及CIMS发展的需要,对CAPP认识应进一步扩展,“PP”不再单纯理解为“Process Planning”,而含有“Production Planning”的涵义。此时,CAPP所包含的内容是在原有的基础上,向两端发展,

向上扩展为生产规划最佳化及作业计划最佳化,作为 MRP II 的一个重要组成部分,并为 MRP II 提供所需的技术资料;向下扩展为形成 NC 控制指令。广义分级的 CAPP 概念就是在这种形势下应运而生的,也给 CAPP 的理论与实践提出了新的要求。

1.2 CAPP 在 CAD/CAM 集成系统中的作用

自 80 年代中后期, CAD、CAM 的单元技术日趋成熟,随着机械制造业向 CIMS 或 IMS (Intelligent Manufacturing System) 发展, CAD/CAM 的集成化的要求是亟待解决的问题。CAD/CAM 集成系统实际上是 CAD/CAPP/CAM 集成系统。CAPP 从 CAD 系统中获取零件的几何拓扑信息、工艺信息,并从工程数据库中获取企业的生产条件、资源情况及企业工人技术水平等信息,进行工艺设计,形成工艺流程卡、工序卡、工步卡及 NC 加工控制指令,在 CAD、CAM 中起纽带作用。为达到此目的,在集成系统中必须解决下列几方面问题:

(1) CAPP 模块能直接从 CAD 模块中获取零件的几何信息、材料信息、工艺信息等,以代替零件信息描述的输入。

(2) CAD 模块的几何建模系统,除提供几何形状及其拓扑信息外,还必须提供零件的工艺信息、检测信息、组织信息及结构分析信息等。因而,以计算机图形学为基础的几何建模系统(如线框建模、表面建模及三维实体建模等)是不能适应集成化的要求的,特征建模也就应运而生。

(3) 须适应多种数控系统 NC 加工控制指令的生成。NC 加工指令的生成以往的工作过程是根据零件图纸及加工要求,利用自动编程语言,编写加工该零件的 NC 源程序,经过后置处理器,形成 NC 加工控制指令;在一些商品化的 CAD/CAM 系统中,以图形为驱动,用人机交互方式补充工艺信息,形成 NC 加工源程序,经后置处理得到 NC 加工控制指令。这两种生成 NC 加工指令的过程都不能适应集成化的要求。在 CAD/CAPP/CAM 集成系统中,由于 CAPP 模块能够直接形成刀位文件,因而就可以直接形成 NC 加工控制指令,这就简便得多了。

CAD/CAPP/CAM 集成系统中的 CAPP 模块是将产品设计信息转变为制造加工和生产管理信息,它是 CAD 与 CAM 的纽带。在早期的 CAD/CAM 系统,可以利用图形驱动产生 NC 加工指令,但是它没有提供在制造加工、生产管理过程中所需的一切信息,难以实现制造过程中计算机控制及生产管理。广义 CAPP 的出现却能解决这方面的问题,因此,一个切实可行的 CAPP 系统,能使 CAD、CAM 充分发挥效益。CAD 的结果能否有效地用于生产实际? CAM 能否充分地发挥其效益? 以致整个 CIMS 能否切实可行? CAPP 起着重大的影响,它是难度较大的一个领域,是当前发展集成化 CAD/CAM 系统亟待解决的问题。

1.3 CAPP 的基本构成

CAPP 系统的构成,视其工作原理、产品对象、规模大小不同而有较大的差异。

图 1-1 示出的系统构成是根据 CAD/CAPP/CAM 集成要求而拟定的,其基本的模块如下:

(1) 控制模块,其主要任务是协调各模块的运行,是人机交互窗口,实现人机之间的信息交流,控制零件信息获取方式。

(2) 零件信息输入模块,当零件信息不能从 CAD 系统直接获取时,用此模块实现零件信

息的输入。

(3) 工艺过程设计模块, 进行加工工艺流程的决策, 产生工艺过程卡, 供加工及生产管理部门使用。

(4) 工序决策模块, 其主要任务是生成工序卡, 对工序间尺寸进行计算, 生成工序图。

(5) 工步决策模块, 对工步内容进行设计, 确定切削用量, 提供形成 NC 加工控制指令所需的刀位文件。

(6) NC 加工指令生成模块, 依据工步决策模块所提供的刀位文件, 调用 NC 代码库中适应于具体机床的 NC 指令系统代码, 产生 NC 加工控制指令。

(7) 输出模块, 可输出工艺流程卡, 工序、工步卡, 工序图及其它文档, 输出亦可从现有工艺文件库中调出各类工艺文件, 利用编辑工具对现有工艺文件进行修改得到所需的工艺文件。

(8) 加工过程动态仿真, 对所产生的加工过程进行模拟, 检查工艺的正确性。

系统中其它模块就不一一叙述了。

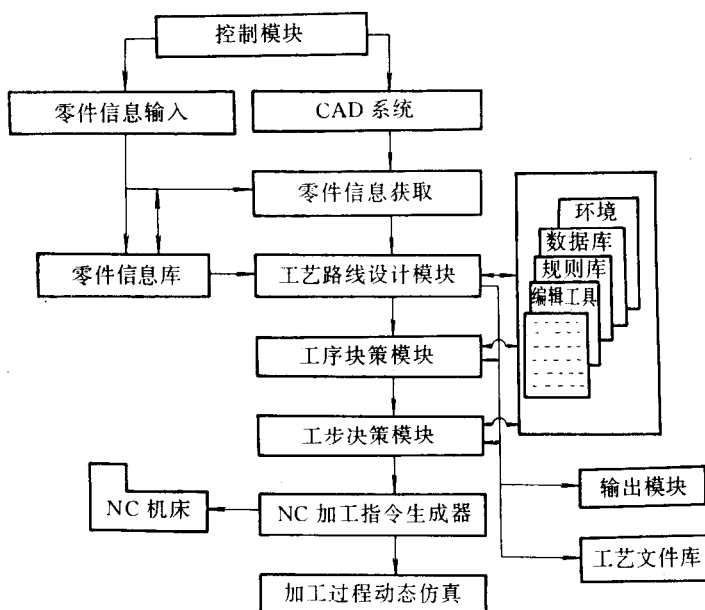


图 1-1 CAPP 系统构成

现有工艺文件库中调出各类工艺文件, 利用编辑工具对现有工艺文件进行修改得到所需的工艺文件。

(8) 加工过程动态仿真, 对所产生的加工过程进行模拟, 检查工艺的正确性。

系统中其它模块就不一一叙述了。

1.4 CAPP 的基本类型

CAPP 系统就其工作原理可以分为五大类。

1.4.1 变异型 CAPP 系统

它是利用成组技术原理将零件按几何形状及工艺相似性分类、归族, 每一族有一个典型样件, 并为此样件设计出相应的典型工艺文件, 存入在工艺文件库中。当需设计一个零件工艺规程时, 输入零件信息, 对零件进行分类编码, 按此编码由计算机检索出相应的零件族的典型工艺, 并根据零件结构及工艺要求, 对典型工艺进行修改, 从而得到所需的工艺规程。

1.4.2 创成型 CAPP 系统

由系统中的工艺决策逻辑与算法对加工工艺进行一系列的决策, 从无到有自动地生成零件的工艺规程。创成型系统基本上排除了人的干预, 从而使工艺规程的编制不会因人而异, 容易保证零件工艺规程的一致性。由于零件结构多样性, 工艺决策随环境变化的多变性及复杂性等诸多因素, 真正的纯创成型 CAPP 系统用于生产实际尚有一段艰苦的道路。

1.4.3 综合型 CAPP 系统

又称半创成型 CAPP, 它将变异型与创成型结合起来, 利用变异型及创成型各自的优点, 克服其缺点, 我国发展的 CAPP 系统多为这类系统。

1.4.4 交互型 CAPP 系统

它以人机对话的方式完成工艺规程的设计, 工艺规程设计的质量对人的依赖性很大。

1.4.5 智能型 CAPP 系统

它是将人工智能技术应用在 CAPP 系统中所形成的 CAPP 专家系统。然而, 它与创成型 CAPP 系统是有一定区别的, 正如人们所知, 创成型 CAPP 及 CAPP 专家系统都可自动地生成工艺规程。创成型 CAPP 是以逻辑算法加决策表为其特征; 而智能型 CAPP 系统则以推理加知识为其特征。

1.5 CAPP 的基础技术

(1) 组成技术 GT (Group Technology) 我国 CAPP 系统的研究与开发可以说是与成组技术密切相关, 早期的 CAPP 系统的开发一般多为以 GT 为基础的变异式 CAPP 系统。

(2) 零件信息的描述与获取 CAPP 与 CAD、CAM 一样, 其单元技术都是按照自己的特点而各自发展的。零件信息(几何拓扑及工艺信息)的输入是首当其冲的, 即使在集成化、智能化的 CAD/CAPP/CAM 系统, 零件信息的生成与获取也是一项关键问题。

(3) 工艺设计决策机制 其中核心为特征型面加工方法的选择, 零件加工工序及工步的安排及组合, 故其主要决策内容如下:

- 1) 工艺流程的决策。
- 2) 工序决策。
- 3) 工步决策。
- 4) 工艺参数决策。

为保证工艺设计达到全局最优化, 系统把这些内容集成在一起, 进行综合分析, 动态优化, 交叉设计。

(4) 工艺知识的获取及表示 工艺设计是随设计人员、资源条件、技术水平、工艺习惯而变。要使工艺设计在企业内得到广泛有效的应用, 必须总结出适应本企业的零件加工的典型工艺及工艺决策的方法, 按所开发 CAPP 系统的要求, 用不同的形式表示这些经验及决策逻辑。

- (5) 工序图及其它文档的自动生成。
- (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。

对上述几方面的详细内容, 将在后面有关章节介绍。

1.6 CAPP 今后发展趋势

国内外制造业有一个共同的趋势, 熟练的、有经验的工艺设计人员越来越少, 而机械制造业的市场以多品种小批量生产起主导作用, 越来越强烈。企业为适应市场瞬息多变的要求, 缩短产品设计和生产准备周期是极其重要的一环。计算机辅助工艺设计也就应运而生了, 在国外起源于 60 年代末期, 而在我国也有 10 多年历史了, 这些研究都是孤岛式的 CAPP。随着 CAD、CAPP、CAM 单元技术日益成熟, 同时又由于 CIMS 及 IMS 的提出和发展, 促使 CAPP 向智能化、集成化和实用化方向发展。当前研究开发 CAPP 系统的热点问题有:

- (1) 产品信息模型的生成与获取。

- (2) CAPP 体系结构研究及 CAPP 工具系统的开发。
- (3) 并行工程模式下的 CAPP 系统。
- (4) 基于分布型人工智能技术的分布型 CAPP 专家系统。
- (5) 人工神经网络技术与专家系统在 CAPP 中的综合应用。
- (6) 面向企业的实用化的 CAPP 系统。
- (7) CAPP 与自动生产调度系统的集成。

习 题

- 1-1 叙述 CAPP 的基本概念，其工作内容包含哪几方面？
- 1-2 为什么说 CAPP 是 CAD/CAM 集成系统的纽带，它起什么作用？
- 1-3 叙述 CAPP 的基本结构，各组成部分的功能。
- 1-4 叙述 CAPP 的基本类型、特点及其应用场合。

第2章 成组技术

2.1 概述

成组技术 (GT) 是一门生产技术科学。利用事物相似性, 把相似问题归类成组, 寻求解决这一类问题相对统一的最优方案, 从而节约时间和精力以取得所期望的经济效益。尽管这个定义十分广泛, 但人们通常仅仅将成组技术同生产应用联系在一起。在生产系统中, 成组技术可以应用于不同领域。对零件设计来说, 由于许多零件具有类似的形状, 可将它们归并为设计族, 一个新的零件可以通过修改一个现有同族典型零件而形成。应用这个概念, 可以确定出一个复合零件作为其它相似零件的设计基础, 它集中了全族的所有功能要素。通常, 复合零件是人为地综合而成的。为此, 一般可从零件族中选择一个结构复杂的零件为基础, 把没有包括同族其它零件的功能要素逐个叠加上去, 即可形成该族的复合零件。

对加工来说, GT 所发挥的作用有更进一步的发展, 形状不同的零件也有可能要求类似的加工过程, 如图 2-1 所示的大多数零件都有不同的形状和功能, 但它们都要求镗内孔、铣端面、钻孔等等。因此, 可以得出图中的零件都相似的结论, 工艺设计可以得到简化。由于同族零件要求类似的工艺过程, 可以组建一个加工单元来制造同族零件, 对每一个加工单元只考虑类似零件, 就能使生产计划工作及控制变得容易些。所以 GT 的核心问题就是充分揭示和利用生产系统中出现的各种相似信息, 使企业以最有效的工作方式得到统一的数据和信息, 从而为企业建立集成信息系统打下基础, 以获得最大的经济效益。

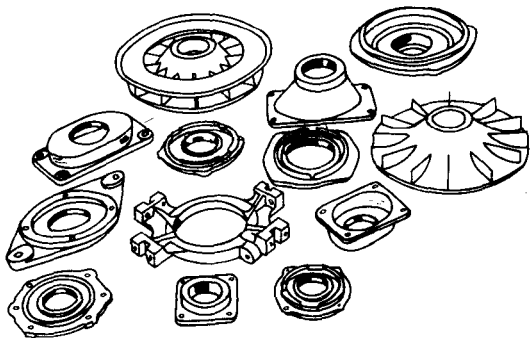


图 2-1 加工过程类似的设计族

2.2 零件分类编码系统

零件编码系统是由代表零件的设计和 (或) 制造的特征符号所组成, 这些符号代码可以是数字, 也可以是字母, 或者两者都有。在一般情况下, 大多数分类编码系统只使用数字, 在成组技术实际应用中, 有三种基本编码结构。

(1) 层次结构 在层次结构中, 每一个后继符号的意义取决于前级符号的值。这种结构亦称为单码结构或树状结构。由层次代码组成的层次结构具有相对密实性, 能以有限个位数传递大量有关零件信息。

(2) 链式结构 在链式结构中, 那些有序符号的意义是固定的, 与前级符号无关, 这种结构亦可称为多码结构。它要复杂些, 因而可以方便地处理具有特殊属性的零件, 有助于识别具有工艺相似要求的零件。

(3) 混合结构 工业上大多数商业零件编码系统都是由上述两种编码系统组合而成,形成混合结构。混合结构具有单码结构和多码结构共同的优点。典型的混合结构都由一系列较小的多码结构构成,这些结构链中的数字都是独立的,但整个混合代码中,需要有一个或几个数字用来表示零件的类别,这和层次结构一样。混合结构能最好地满足设计和制造的需要。

2.3 零件分类编码实例

目前,国内外已有 100 多种编码系统在工业中使用,每个工业部门可以根据本企业的产品特点,选择其中一种,或在某种编码系统基础上加以改进,以适应本单位的要求。在选择结构时,主要是以实用为基础,表 2-1 提供选择代码结构的综合性指南。

表 2-1 不同产品项目的代码结构

主要项目类别	所需分辨率	所需灵活性	代码系统型式
原 材 料	中 等	低	混合式 (HC)
商品类别	高	低	H
设计零件	中 等	高	C
装配模型	中 等	中 等	混合式 (HC)
机 械	中 等	中 等	混合式 (HC)
技术信息	中 等	低	H
工 具			
商 品	中 等	低	H
专 利	中 等	高	C
量具及模真	中 等	低	H
供 应 品	高	低	H

注: H 为层次结构; C 为链式结构。

下面介绍人们较为熟悉的几种编码系统。

2.3.1 Opitz 编码系统

Opitz 系统是一个十进制 9 位代码的混合结构分类编码系统,是由联邦德国 Aachen 工业大学 H. Opitz 教授提出的。在成组技术领域,它代表着开创性工作,是最著名的分类编码系统。

Opitz 编码系统使用下列数字序列

1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D

前 9 位数字码用来传送设计和制造信息,最后 4 位数 A B C D 用于识别生产操作类型和顺序,称为辅助代码,由各单位根据特殊需要来设计安排。图 2-2 说明了 Opitz 系统的基本结构,前 5 位数 (1, 2, 3, 4, 5) 称为形状代码,用于描述零件的基本设计特征;后 4 位数 (6, 7, 8, 9) 构成增补代码,用来描述对制造有用的特征 (尺寸、原材料、毛坯形状和精度)。

现以图 2-3 为例,进行分类编码,其结果如图 2-4 所示。

Opitz 系统的特点可以归纳如下:

(1) 系统的结构较简单,便于记忆和手工分类。

(2) 系统的分类标志虽然形式上偏重零件结构特征,但是实际上隐含着工艺信息。例如,零件的尺寸标志,既反映零件在结构上的大小;同时也反映零件在加工中所用的机床和工艺设备的规格大小。

(3) 虽然系统考虑了精度标志,但只用一位码来标识是不够充分的。

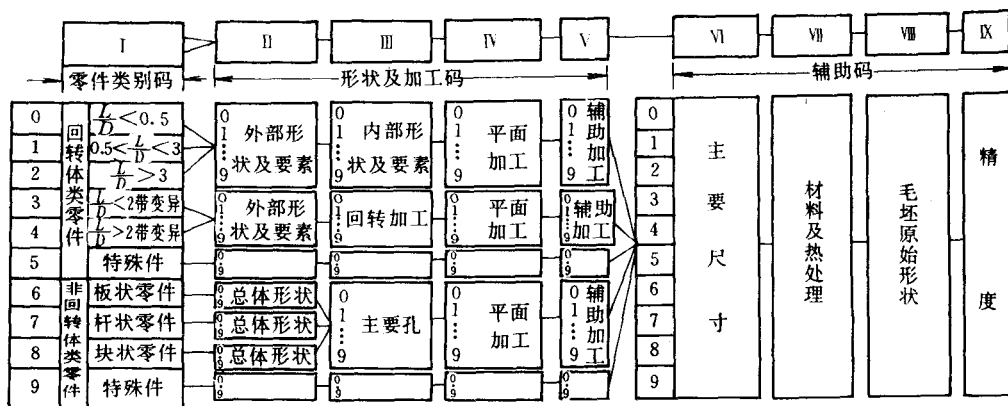


图 2-2 Opitz 的基本结构

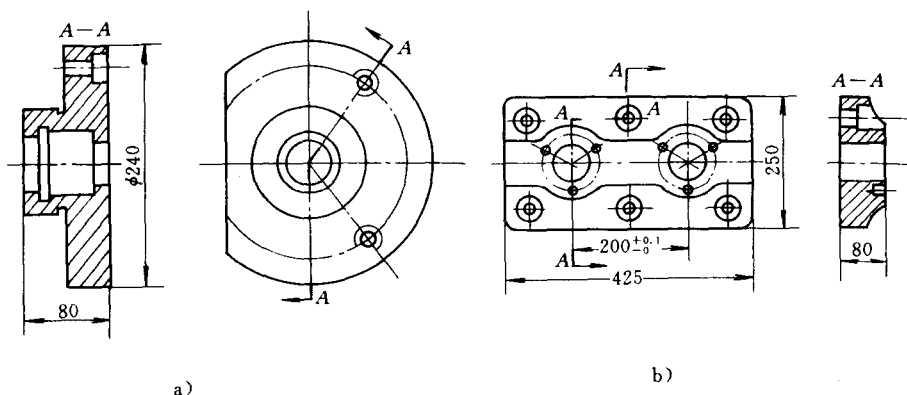


图 2-3 编码示例零件

a) 回转体类零件 b) 非回转体类零件

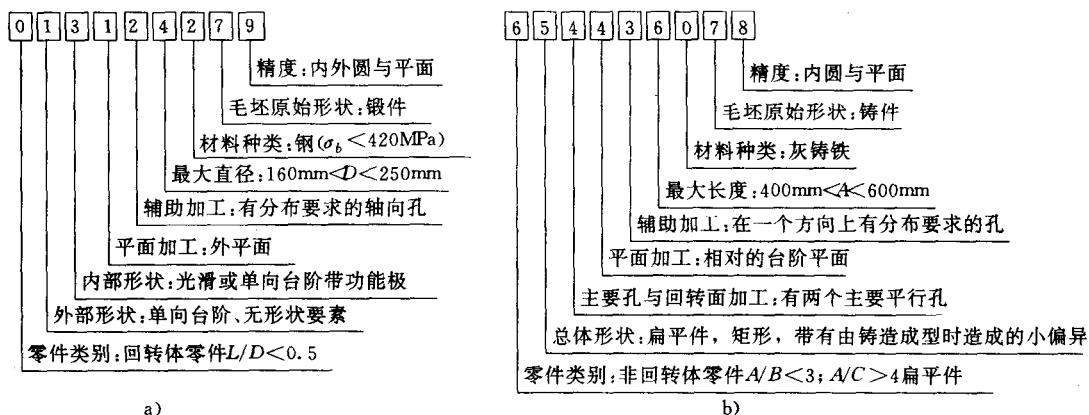


图 2-4 Opitz 编码结果

a) 回转体类零件 b) 非回转体类零件

(4) 系统的分类标志尚欠严密和准确。

(5) 系统从总体结构上看,虽属简单,但从局部结构看,则仍旧十分复杂。

2.3.2 KK-3 系统

KK-3 系统是由日本通产省机械技术研究所提出草案,复经日本机械振兴协会成组技术