



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

模具 CAD/CAM

(模具设计与制造专业)

姜家吉 主编



机械工业出版社

中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

模具 CAD/CAM

(模具设计与制造专业)

主 编 姜家吉
副 主 编 徐志杨
参 编 刘长伟
责任主审 张世昌
审 稿 程 斌 张冠伟



机械工业出版社

本书重点从实用的角度讲解 Pro/ENGINEER、MasterCAM 和 CAXA 软件在模具设计和制造领域的主要功能。内容包括 Pro/ENGINEER 软件的参数化实体特征造型和模具设计功能；MasterCAM 软件的曲面造型和模具加工功能；CAXA 制造工程师 2000 的综合设计和制造功能。

本书是中等职业学校模具设计与制造专业的教学用书，也可作为机械类其它专业的选修教材或职高、技校模具类专业用教材，还可供职业大学、电视大学相关专业的师生及模具技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具 CAD/CAM: 模具设计与制造专业/姜家吉主编. —北京: 机械工业出版社, 2002.2
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-111-09729-7

I. 模… II. 姜… III. ①模具—计算机辅助设计—专业学校—教材②模具—计算机辅助制造—专业学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 097328 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 倪少秋 版式设计: 张世琴 责任校对: 唐海燕
封面设计: 姚 毅 责任印制: 郭景龙
北京交通印务实业公司印刷·新华书店北京发行所发行
2002 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm × 1092mm¹/₁₆ · 8 印张 · 195 千字
0 001—5 000 册
定价: 10.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司
二〇〇一年十月

前 言

本书是根据教育部面向 21 世纪中等职业教育规划教材编写工作会议精神及教育部 2000 年 12 月公布的中等职业学校“模具设计与制造专业”教学计划和“模具 CAD/CAM”教学大纲（试行）编写的，是中等职业教育模具设计与制造专业教学用书。本书也可供从事模具专业的工程技术人员参考。

近年来，CAD/CAM 技术发展十分迅速，应用领域不断扩大，特别是模具行业应用十分普及，急需大量的 CAD/CAM 软件应用人才。

本书重点从实用的角度讲解 Pro/ENGINEER、MasterCAM 和 CAXA 软件在模具设计和制造领域的主要功能，而不纠缠于一些概念、理论和菜单内容的讲解。三个软件都是以完整的实用例题来穿插讲解，这就保证了读者在有限的学时内，能够基本掌握三个软件有关零件和模具的设计与制造功能。针对三个软件的不同特点以及企业中的实际使用情况，对其功能的讲解也有所侧重。Pro/ENGINEER 软件主要讲解其参数化实体特征造型和模具设计功能；MasterCAM 软件主要讲解曲面造型和模具加工功能；CAXA 软件主要介绍其 CAXA 制造工程师 2000 的综合设计和制造功能。

本书由深圳市工业学校姜家吉博士任主编，其主要编写了第一、二、七、八、九章。浙江机电职业技术学院徐志扬老师任副主编，主要编写了第四、五、六章。西安仪表工业学校刘长伟老师编写了第三、十章。第一、二、三章主要介绍模具 CAD/CAM 的基本知识；第四、五、六章介绍 Pro/ENGINEER 软件的使用；第七、八、九章介绍 MasterCAM 软件的使用；第十章介绍 CAXA 软件的使用，本章是根据三年制大纲的要求加入的选用内容。

作者均为长期从事生产和教学第一线的高级工程师和高级讲师，具有深厚的 CAD/CAM 理论知识和实际使用经验。本书在叙述上力求通俗易懂、简明扼要，以使读者在最短的时间内掌握软件的基本功能。

深圳大学朱企业教授审阅了全稿。在编写过程中，福建职业技术学院伊启中老师做了大量前期工作，在此表示感谢。

作者

2001 年 8 月

目 录

前言	
第一章 模具 CAD/CAM 概论	1
第一节 模具 CAD/CAM 的基本概念及系统组成	1
第二节 模具 CAD/CAM 系统的工作过程及 CAD/CAM 技术在模具行业中的应用	2
第三节 CAD/CAM 技术的发展趋势	2
思考题	3
第二章 模具 CAD/CAM 基础	4
第一节 几何造型的概念与类型	4
第二节 参数化设计的概念及软件的关联性	5
思考题	6
第三章 冷冲模 CAD/CAM	7
第一节 冷冲模 CAD/CAM 的软件结构与功能	7
第二节 冷冲模 CAD	7
第三节 工作零件 CAM	9
思考题	10
第四章 型腔模 CAD	11
第一节 型腔模 CAD 概述	11
第二节 Pro/ENGINEER 软件介绍	11
第三节 Pro/ENGINEER 实体特征的建立	14
第四节 Pro/ENGINEER 曲面特征的建立	22
思考题	26
操作练习题	26
第五章 Pro/ENGINEER 的零件设计	27
第一节 零件特征的建立	27
第二节 零件特征的修改	35
思考题	40
操作练习题	40
第六章 模具设计	41
第一节 概述	41
第二节 模具成型零件的生成	42
第三节 模具结构零件的设计	48
第四节 模具的装配	55
第五节 模具零件工程图的创建	57
第六节 模具零件的数据传输	62
第七节 数控加工	62
思考题	63
操作练习题	63
第七章 MasterCAM 基础	64
第一节 MasterCAM 软件简介	64
第二节 系统的规划设置	66
第三节 MasterCAM 的帮助功能及文件管理	69
思考题	72
操作练习题	72
第八章 MasterCAM 的 CAD 功能	73
第一节 三维绘图基础	73
第二节 塑料件模具设计实例及工艺分析	76
第三节 三维线框绘图	79
第四节 基础曲面的绘制	82
第五节 曲面的编辑	83
第六节 模具处理	85
思考题	87
操作练习题	87
第九章 MasterCAM 的加工功能	89
第一节 准备图形	89
第二节 产生刀具路径	89
思考题	104
操作练习题	104
第十章 CAXA 制造工程师 2000	105
第一节 ME2000 软件简介	105
第二节 ME2000 的 CAD 功能	107
第三节 ME2000 的 CAM 功能	113
思考题	121
参考文献	122

第一章 模具 CAD/CAM 概论

第一节 模具 CAD/CAM 的基本概念及系统组成

一、基本概念

CAD 是 Computer Aided Design 的简称，中文意思是计算机辅助设计。模具 CAD 就是用计算机为辅助工具进行模具的设计。CAM 是 Computer Aided Manufacturing 的简称，中文意思是计算机辅助制造。模具 CAM 就是用计算机为辅助工具进行模具的制造。

二、系统组成

模具 CAD/CAM 系统基本上是由计算机和一些外部设备（统称为硬件）及相应的软件（系统软件、支撑软件、应用软件）组成，如图 1-1 所示。

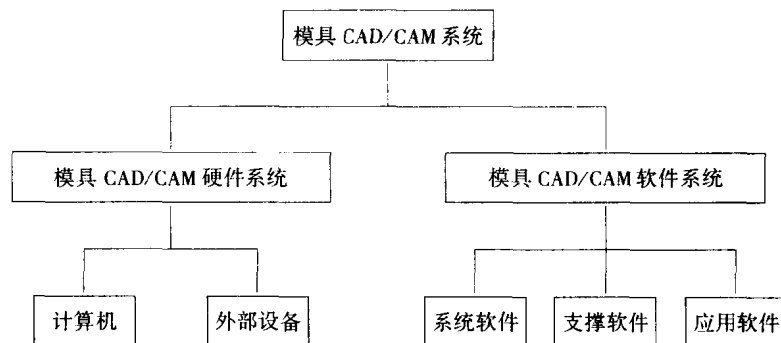


图 1-1

计算机按照规模（主要指硬件性能指标及软件配置）大小可以分为巨型机、大型机、小型机、微型机等。由于微机性能的不断提高、价格的不断下降，目前越来越多的 CAD/CAM 软件都可以在微机上运行。

外部设备主要有：绘图机、打印机、显示器、鼠标、数控机床等。

系统软件是应用软件的开发环境，任何应用软件的编写、编译和运行都是在系统软件的支持下进行的。系统软件中最重要的就是操作系统。目前常用的操作系统有：DOS、WINDOWS 和 UNIX。其中微软公司的 Windows 系统最为普及，一些中档的 CAD/CAM 软件如 MasterCAM、CIMATRON、SOLIDWORKS 等都可以在 Windows 95 以上版本或 Windows NT 下运行。但是一些大型的 CAD/CAM 软件如 Pro/ENGINEER、UG、I-DEAS 等只能在 Windows NT 或 Windows 2000 下才能稳定运行。

支撑软件就是市场上供应的各种商品化的 CAD/CAM 软件。如 MasterCAM、CIMATRON、SOLIDWORKS、Pro/ENGINEER、UG、I-DEAS 等。

应用软件是在模具设计制造过程中用于特定任务的设计程序，如冲裁模的设计程序、注射模的设计程序等。

第二节 模具 CAD/CAM 系统的工作过程及 CAD/CAM 技术在模具行业中的应用

一、模具 CAD/CAM 系统的工作过程

使用模具 CAD/CAM 软件进行模具设计与制造主要包括如下过程：

1. 分析零件图样

包括尺寸分析、工艺分析等、以决定如何造型和编程加工。

2. 零件造型

主要步骤有：设定工作目录；根据需要采用线条、曲面、实体等造型方法将零件的立体图形绘制出来。

3. 模具设计

主要步骤有：分析模具结构和分型面、绘制模坯和分型面、分割模具以得到模具零件。

4. 加工工艺分析

主要步骤有：分析如何加工模具零件、采用哪几种加工方法和刀具、加工的顺序等。

5. 产生刀具路径及加工程序

主要步骤有：选择加工方法、确定刀具和工艺参数、生成刀具路径文件、加工模拟、产生加工程序等。

6. 进行加工

利用传输程序控制数控机床进行加工。

二、CAD/CAM 技术在模具行业中的应用

早在 20 世纪 60 年代初期，国外一些飞机和汽车制造公司就开始了 CAD/CAM 技术的研究工作，并投入了大量的人力和物力。我国的模具 CAD/CAM 技术的研究工作开始于 20 世纪 70 年代末。

目前，CAD/CAM 技术已经广泛应用于模具设计和制造。在冲模、锻模、挤压模、注射模和压铸模等方面都有成熟的 CAD/CAM 系统。以注射模模具为例，产品的整体造型、塑料零件设计、零件的装配、零件的缩水处理、分型面的产生、浇口和浇道的设计、注射模拟、模具的分型、模架的绘制和选择、二维或三维图的出图、加工路径的产生及其模拟与加工程序的编制、通过传输口控制数控机床的加工等过程都可以在计算机上利用 CAD/CAM 软件完成，这就大大提高了模具制造的精度，缩短了新产品的试制周期，甚至可以一次试模成功。

第三节 CAD/CAM 技术的发展趋势

CAD/CAM 技术的发展趋势主要是集成化、微型化、智能化。

1. 集成化

集成化的目的是提高产品生产的自动化程度，逐步形成一个以工厂生产自动化为目标的 CIMS（计算机集成制造系统）。

CIMS 的内涵是借助计算机，把企业中与制造有关的各种技术系统地集成起来，进而提高企业适应市场竞争的能力。这个概念强调了两个方面：（1）企业的各个生产环节是不可分

割的，需要统一安排组织。(2) 产品制造过程实质上是信息采集、传递、加工处理的过程。

我国于 1986 年 3 月提出 863/CIMS 主题计划，从而开始了对 CIMS 的全面研究和实施。863/CIMS 主题研究和实施技术的核心是现代集成制造，其中集成分为三个阶段：信息集成、过程集成和企业集成。

2. 微型化

随着 Pentium 芯片和 WindowsNT 操作系统的出现并流行，以前只能运行在工作站上的 CAD/CAM 软件现在也可以运行在微机上。一方面原来在工作站上运行的著名 CAD/CAM 软件（如 UG、CATIA）全功能地移植到微机平台，使微机完全对等地实现了工作站环境的处理能力；另一方面 CAD/CAM 软件打破了原有的 Unix 环境的桎梏，在 Windows 平台上全面拓展。Pentium 以上处理器和 Windows NT 环境已经或者正在成为 CAD/CAM 软件运行和应用的主流平台。

3. 智能化

人工智能技术是通向设计自动化的重要途径。专家系统是当前相当活跃的研究课题，它具有逻辑推理和决策判断能力，将许多经验、准则结合在一起，根据设计目标不断缩小搜索范围，实现设计、制造的自动化。

思 考 题

1. CAD/CAM 系统的主要组成部分是什么？
2. CAD/CAM 技术的主要发展趋势是什么？

第二章 模具 CAD/CAM 基础

第一节 几何造型的概念与类型

模具的工作部分,例如注射模的型腔,是根据产品的形状设计的。在计算机中要对零件的几何形状进行描述,建立其几何模型,这种过程称为几何造型。

几何造型是模具设计的第一步,工艺设计、绘制模具图样和数控加工程序的产生均依赖于几何模型。它是模具 CAD/CAM 的关键技术。

几何模型主要有线框模型、曲面模型和实体模型三种。

1. 线框模型

线框结构的几何模型是在 CAD 刚刚起步时惯用的几何模型。因为对线框结构的几何模型研究比较多,所以它也是一种比较广泛被采用的模型。现在很多二维方面的软件都是基于这种几何模型。这种模型描述手段是以线段、圆、弧和一些简单的曲线为描述对象,通常人们也把线段、圆、弧和一些曲线称为图形元素。因此对软件来说,特别是二维软件,其实现手段比较简单。随着设计手段的提高,在线框模型中引进了图元的概念。图元是由线段、圆、弧、文字和一些曲线等图形元素和属性元素组成的一个整体。有了图元,人们对图形的操作就产生了一个飞跃,人们不仅可以对具体的图形元素进行操作,还可以对图元进行操作,甚至把一个图元和一个符号或零件联系起来,进行下一步的预算等工作,使计算机辅助设计的领域进一步扩大。

线框结构并不只适用于 CAD/CAM 的二维软件几何模型,在三维软件中也有用武之地。比如现在的 AUTODESK 3D STUDIO、MICROSOFT SOFTIMAGE 等所基于的模型就是线框结构几何模型。当然和二维软件相比,它们对线框结构作了进一步的改进,其三维模型的基础是多边形,已经不是线段、圆、弧这样零碎的图素。但线框结构的几何模型在三维方面的进一步处理上有很多麻烦和困难,如消隐、着色、特征处理等。目前,大部分 CAD/CAM 软件是用线框模型作为几何造型的前期工具。

2. 曲面模型

曲面几何模型结构的产生,更多地应该归功于航空和汽车制造业的需求,因为再用线段、圆弧等这样简单的图形元素来描绘飞机、汽车的外形已经很不现实,必须用更先进的描述手段——光滑的曲面来描绘。

这就要求人们首先必须去研究曲线,于是 HERMIT CUBIC SPLINES、BEZIER CURVES、B-SPLINE CURVER、NON-UNIFORM RATIONAL B-SPLINE 等曲线就产生了。这些曲线都是通过一个基底函数来合成的,所以能随意构成任何造型的曲线,也能描述圆弧、椭圆、抛物线这样我们熟悉的曲线。现在发展得比较优秀的曲线应该为 NON-UNIFORM RATIONAL B-SPLINE 曲线,这种曲线专家们也简称为 NURBS 曲线,即非均匀有理 B 样条曲线。NURBS 曲线的建立必须有足够的控制点,通常 NURBS 曲线的阶数越高,要求的控制点就越多。当然

NURBS 的阶数是根据系统精度的要求来决定的, 相应的 NURBS 的阶数越高 CAD/CAM 系统的开销也就越大。

在 NURBS 曲线的基础上可以建立 NURBS 曲面。现在很多曲面几何模型的基石是 NURBS 曲面, 如 SurfCAM、ALIAS STUDIO 等。曲面几何模型主要应用在航空、船舶和汽车制造业领域或对模型的外形要求比较高的软件中。曲面几何模型在三维消隐、着色等技术中比线框结构的模型方便和容易, 所以曲面几何模型在 CAD/CAM 领域曾独领风骚。目前大部分 CAD/CAM 软件都具有曲面造型功能。但是它仍没有完整地反映物体的体积、重量特征, 使其在有限元分析、物性计算等方面很难施展, 而且一旦物体发生改变, 曲面模型就要重新绘制。

3. 实体模型

实体模型可以真实地反映物体的边界、表面、体积特征, 还包含了物体各部分之间的联系信息。一旦物体发生改变, 通过实体模型参数的修改就可以反映新的物体特征。目前大部分 CAD/CAM 软件都具有参数化造型功能。

随着实体模型领域一些新概念的提出, 比如特征的概念、约束的概念, 实体几何模型的设计方法也完全征服了设计人员。

特征的概念所强调的是一系列设计时所需要的造型特征, 以此表达出三维实体, 这些特征各记录着一笔成形资料, 如特征的形式、成形的方法等。如 SOLIDWORKS 软件就是以特征为基底进行设计的。在 SOLIDWORKS 软件中, 每一个三维基本实体、孔、槽、切削、倒角、圆角都是一个具体的特征。

约束 (CONSTRAINT) 的概念是利用一些法则或限制条件来规定构成实体的元素之间的关系。比如一条边与相邻的另一条边相切、一条边与另一条边的长度相等、两条边的夹角是一个固定值等等, 都是具体的约束条件。约束的种类现在可以分为 3 种: 数值约束、几何约束、代数约束。数值约束一般指大小、角度、直径、半径、坐标位置等这些可以具体测量的数值量进行的限制; 几何约束一般指平行、垂直、共线、相切等这些非数值的几何关系方面的限制; 代数约束指可以形成一个简单的关系式这样的限制, 如一条边与另一条边的长度相等。

几何造型的目的一般是为了产生曲面模型或实体模型, 线框模型是曲面模型或实体模型的工具, 有些 CAD/CAM 软件还可以实现曲面模型和实体模型之间的相互转换。

第二节 参数化设计的概念及软件的关联性

一、参数化设计的概念

参数化设计是指系统通过尺寸驱动的方式, 以独立的几何约束条件和简单的等式, 寻找特定解答的方式。参数化的 CAD/CAM 系统的主要特色是以尺寸控制几何模型, 利用 CAD/CAM 系统建立几何模型时逐一建立几何参数, 并在设计修改时通过修改参数的数值来更改零件的外形。参数化系统定义图形是完全受约束的, 建立图形时必须给出完整的条件, 才能产生所需的几何模型。Pro/ENGINEER 被称为参数化设计的代表作。配合单一的数据库, 所有设计过程中所使用的尺寸 (参数) 都存在数据库中。设计者只需更改零件的尺寸, 则工程图、装配图、模具等就会自动做几何形状的改变, 以达到设计修改工作的一致性。

二、软件的关联性

软件的关联性就是在产品开发过程中某一处进行的修改，能够扩展到整个设计中，同时自动更新所有的工程文档，包括装配体、设计图样，以及制造数据。全关联性鼓励在开发周期的任一点进行修改，却没有任何损失，并使并行工程成为可能，所以能够使开发后期的一些功能提前发挥其作用。Pro/ENGINEER 的所有模块都是全关联的。

思 考 题

CAD/CAM 系统的几何造型类型主要有哪几种？

第三章 冷冲模 CAD/CAM

冲裁件通常为平面零件，图形输入和处理比较容易实现，其设计方法和制造技术较为成熟（生产中普遍采用数控线切割加工），加之冷冲模国家标准相对全面，所以冷冲模 CAD/CAM 技术比较成熟，应用较早。

一个完整的冷冲模 CAD/CAM 系统必须包括冲裁件图形输入、工艺设计计算、模具结构设计、模具图自动绘制和数控自动编程等五个部分。由于冲模种类繁多，行业侧重点不同，因此冷冲模 CAD/CAM 系统种类不少，功能却大同小异，每个软件均覆盖面不宽，甚至为某企业、行业所专用。本章将以功能相对强大，覆盖冲裁模、弯曲模、拉深模等，具有 CAD/CAM 功能的“CAXA-CPD 冷冲模设计师”为例，介绍冷冲模 CAD/CAM 软件功能。

第一节 冷冲模 CAD/CAM 的软件结构与功能

一、软件结构

软件系统主要由应用程序、数据库、图形库和绘图软件组成，如图 3-1 所示。数据库采用 dBASE 关系型数据库管理系统，用于存放工艺设计参数、模具结构设计参数（包括标准数据）以及公差、材料性能等数据。图形软件通常是在 AutoCAD 基础上开发的图形输入、模具结构设计以及模具图形自动绘制的支撑软件。应用软件包括工艺方案选择、工艺设计计算、模具结构设计和线切割编程等。

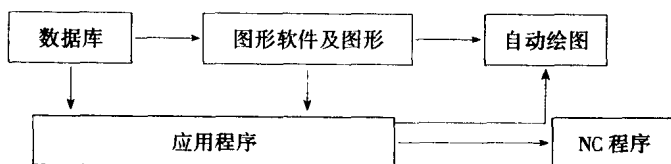


图 3-1

二、软件功能

冷冲模 CAD/CAM 系统一般都是模拟手工设计模具基本流程，主要包括：①输入工件图及原始设计数据；②进行工艺分析计算；③拟定工艺方案、设计毛坯图、中间工序图及排样图；④工艺能力的计算，选择压力机；⑤模具结构设计；⑥模具强度、运动干涉等校核；⑦绘制模具图；⑧自动编制加工程序、输出 NC 程序等。

冷冲模 CAD/CAM 系统一般均采用模块化结构形式。

第二节 冷冲模 CAD

本节以 CAXA-CPD 软件为例来说明冷冲模的 CAD 运行流程。CAXA-CPD 软件是一个自动与交互相结合的 CAD/CAM 软件，可用于普通冲裁模、单工序弯曲模、旋转体拉深模、翻边模等常规冲模设计，模具类型包括单工序模、级进模、复合模等。只需将冲件图按输入方式

输入后，系统就能完成冲模设计过程所包括的全部工艺计算与结构设计，并绘出模具装配图与零件图，输出线切割程序。

CAXA-CPD 软件分为两大部分：模具设计部分和数控自动编程部分，共有七个模块。设计部分由六个模块组成，数控自动编程是一个独立模块。

CAXA-CPD 的设计流程是一个不可逆的单向过程（如图 3-2 所示）。在一次完整的冲模设计过程中，必须严格地按照给定的先后顺序依次进行各阶段的设计，因为除冲件图输入之外每个阶段的工作都依赖于前一阶段工作的结果，因此要求在进行下一阶段工作之前，保证前面阶段工作结果的正确性。

一、冲件图数据输入

首先将冲裁件零件的形状和尺寸输入计算机，图形处理程序将其转换为机内模型，为后续模块提供必要信息。

冲件图数据输入包括几何图形输入和尺寸公差标注两部分内容。图形输入是一种结构化的作图过程，它输入冲件的几何信息和冲件图几何要素的拓扑信息。CAXA-CPD 提供了丰富的图形输入方法，既可以线素输入图形，又可以面素拼合和调用图形。

尺寸公差标注用于检验已输入图形的正确性以及输入冲件图的精度信息。

二、确定工艺参数及方案

根据冲件的类型系统给出必要的工艺参数，交互确定后系统自动完成相应的工艺任务：

- 1) 冲裁件——条料排样、确定搭边、冲裁间隙、条料宽度、冲件在条料上的排布方向以及材料利用率等。
- 2) 弯曲件——确定弯曲方案（弯曲件成形时在弯曲模上的空间位向）。
- 3) 拉深件——计算并确定拉深工序、拉深次数和中间工序拉深件的形状尺寸。

三、冲模工作零件设计

选择基本冲模类型（选择范围与前面工艺部分操作的冲件有关），并根据冲件和工艺方案设计模具工作结构的零件。“工作结构”的零件外形和位置与冲件及条料（坯料）有着直接、严格的相关性，比如凸模、顶杆、导料钉等。

四、冲模框架结构设计

模具框架结构的零件外形和位置与冲件和条料（坯料）没有直接、严格的相关性，如模架、各种模板及标准连接件等。这一阶段主要进行下列工作：确定凹模规格；选择模具典型结构和模架类型；确定导柱导套长度和各模板的厚度与形状；螺钉、销钉等联接件的设置和调整；卸料螺钉及橡胶（弹簧）的设计；压力机的选择等。

五、冲模图自动生成

这一阶段主要进行下列工作：选择尺寸及公差的标注形式；尺寸架插入方式；确定需要出

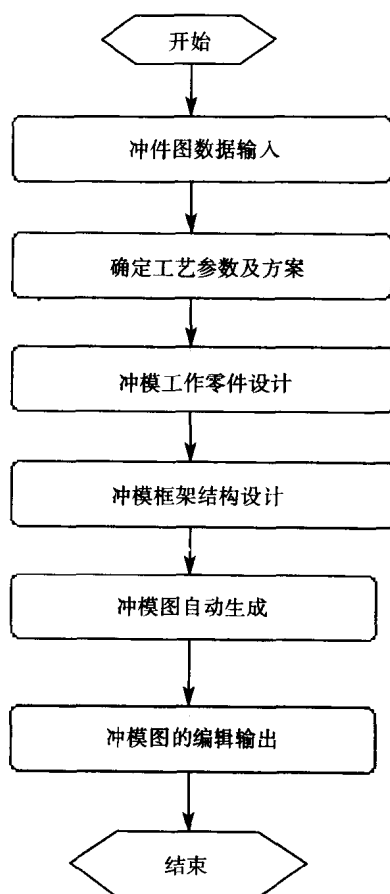


图 3-2

图的零件；修改零件材料等数据；设置总装图和模具零件图的剖切线位置；编辑技术条件等。

六、冲模图的编辑与输出

编辑、绘图阶段，是依次生成模具图并进行编辑、绘图的过程。CAXA-CPD 可在 CAXA-EB 和 AutoCAD 等交互环境下进行任意编辑。

第三节 工作零件 CAM

冷冲模 CAD/CAM 一体化系统有效地解决了冷冲模制造中零件形状复杂、加工精度高、生产效率高的难题，也避免了手工编程费时、容易出错的不足。

冷冲模中冲裁模所占比例很大，其工作零件如凸模、凹模、固定板和卸料板等基本上都是二维半零件，一般采用数控线切割加工（对于复杂覆盖件成形模中的凸模、凹模应考虑数控铣或其它加工），因此冷冲模 CAM 通常是指数控线切割自动编程及其工艺问题。

工作零件的图形在 CAD 部分已产生，只要调用所加工零件的图形，合理选择加工和工艺参数，即可自动生成 NC 程序，将其传输给机床便可实施加工。

一、数控线切割模块功能

CAXA-CPD 中的数控编程是一个独立模块，它与图形输入模块配套使用可构成一个专用的线切割自动编程系统。该模块除了可对多种格式的线切割机编程外，还可以编制光学曲线磨床的数控程序。线切割机编程可以输出标准 3B、+ R3B、+ 3B，标准 4B，标准 G 指令等格式。

考虑到有时可能会需要正反两个方向切割（如断丝后，换丝从另一方向切割可避免多走空车），除标准 3B 格式外每条切割轨迹都同时提供正反两向的切割程序。

二、数控线切割编程需考虑的几个问题

1. 确定钼丝中心轨迹和偏移量 f

冷冲模中的凸模、凹模、凸模固定板和卸料板等零件都是在基准件的基础上考虑间隙得到的。而钼丝在加工中具有半径和放电间隙，因此在加工基准件时，偏移量要考虑钼丝半径和放电间隙。加工凹模时，钼丝中心的轨迹应在加工图形的里面；加工凸模时，钼丝中心的轨迹应在加工图形的外面。

在加工非基准件时，必须对基准件实行等距缩放。缩放量既要考虑偏移量 f ，还要考虑与基准件的配合单边间隙 $Z/2$ 。缩放量是由其符号决定的，“+”表示放大，“-”表示缩小。 f 与 $Z/2$ 的符号由基准件和被加工工件决定。例如，落料模的凹模为基准件，加工凸模时钼丝轨迹应在凸模轮廓之外，因此 f 为正值，而 $Z/2$ 应取负值，由基准件（凹模）轮廓生成凸模轮廓的缩放量为 f 与 $Z/2$ 的代数和。

2. 切割路线及装夹

切割路线、装夹位置和起割点位置的确定要综合考虑，应保证在整个切割过程中工件有较好的刚性、不变形，保证工件的加工精度（尺寸精度、垂直度）。在有内外轮廓加工时，应先加工内轮廓，后加工外轮廓。

3. 起割点

起割点最好选在两直线的交点处，或选在精度要求不高的表面拐点处，不能选在切点或圆滑表面处。

4. 穿丝孔

穿丝孔首先应选在能钻出较大孔径的空间位置处,以保证方便钻孔和钼丝调整,其次是不宜距离起割点太远。

三、线切割自动编程的操作方法

利用冷冲模 CAD/CAM 系统实现自动编程步骤如下:

- 1) 输入图形文件名,调取零件图形。
- 2) 提示输入偏移量 f 和间隙及方向,系统自动修正切割轨迹。
- 3) 给定穿丝孔中心位置和起割点坐标,并给出加工完毕的退出点。
- 4) 自动生成钼丝轨迹。
- 5) 给出命令,程序自动输出(给出清单或直接传输给机床)。

编程结束后,可以在显示屏幕上进行检查和程序回零检验。

思 考 题

1. 冷冲模 CAD/CAM 系统由哪些部分组成?试说出 CAXA-CPD 各模块的功能。
2. 冲模工作零件线切割自动编程前要明确哪些工艺问题?如何考虑这些问题?

第四章 型腔模 CAD

第一节 型腔模 CAD 概述

型腔模在设计过程中的共同特点是进行模具工作零件设计, 模具结构零件设计, 工艺参数设置, 总装配图的生成、优化设计, 最优方案的确定, 模拟成形过程, 2D 工程图的绘制, 数据的传输等。本章着重介绍 Pro/ENGINEER 软件在模具设计中的应用, 由浅入深地介绍模具 CAD 应用的全过程。

模具 CAD 过程: 了解并熟悉制品的功用、主要功能、装配关系、外观要求、使用要求、形状、尺寸及精度要求、表面质量、技术要求等; 制品的几何造型 (包括: 结构优化、成形工艺性等); 模具结构布局, 选用标准模架, 模具分型面的设计; 浇道的布局和类型的确定、浇口的类型及位置的确定; 制品脱模方式及结构的确定; 工艺参数的设置 (包括收缩率、充型方式、冷却、加热方式及布局的确定等); 标准零件的选用 (导向零件、定位零件、紧固零件、弹性零件等), 总装配图的生成; 2D 工程图的生成; 数据的传输等。

第二节 Pro/ENGINEER 软件介绍

Pro/ENGINEER 是由美国参数技术公司 (PTC) 推出, 是国际上最先进、最成熟使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件。该软件近年来在我国模具行业和各工厂、研究单位中得到普遍应用, 深受广大工程技术人员的喜爱。

一、Pro/ENGINEER 的主要功能

Pro/ENGINEER 包括三维实体造型、零件装配、加工仿真、NC 自动编程、有限元分析、模具设计、钣金设计、电路布线、管路装配设计等模块。其主要特点是参数化特征造型, 使用关系数据库, 当设计参数有一处修改时, 别的模块中相应的图形和数据都会自动更新。如塑料制品形状、结构、尺寸的改变就会自动更换模具的型腔和型芯的形状、结构、尺寸, 从而大大减少工程技术人员的设计工作量。

Pro/ENGINEER 是系统的基本部分, 为了进一步扩展系统功能, Pro/ENGINEER 还具有一些辅助模块: 参数化装配管理模块 Pro/ASSEMBLY; 加速设计模块 Pro/DESIGN; 细化工程图模块 Pro/DETAIL; 模具设计模块 Pro/MOLDESIGN; 自动化加工设计模块 Pro/MANUFACTURING; 自动化加工模拟模块 Pro/NC-CHECK; 数据管理模块 Pro/PROJECT; 钣金设计模块 Pro/SHEETMETAL; 曲面设计模块 Pro/SURFACE; 报表模块 Pro/REPORT; 数据传输模块 Pro/INTERFACE; 二维绘图模块 Pro/DRAFT; 复合夹层材料模块 Pro/COMPOSITE; 用户开发工具模块 Pro/DEVELOP; 外设驱动程序模块 Pro/PLOT 等。

二、Pro/ENGINEER 的界面介绍

当系统进入 Pro/ENGINEER 后, 就会出现如图 4-1 所示的原始界面, 我们称为主视窗。