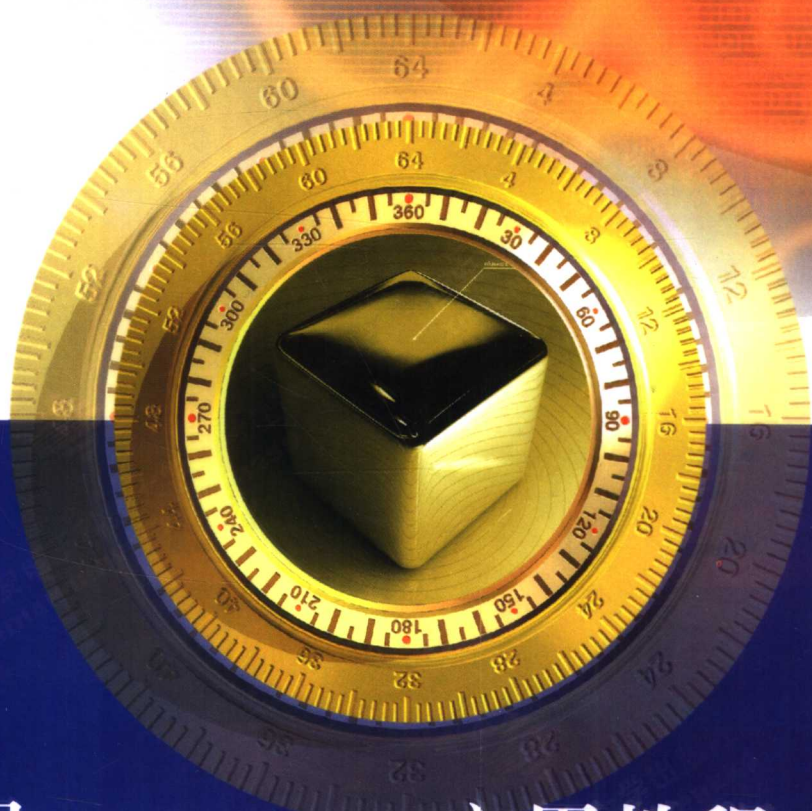




面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



模具CAD/CAM实用教程

——Pro/ENGINEER Wildfire2.0

主 编 余华俐
副主编 王春林 胡相斌
主 审 关雄飞



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内 容 简 介

本书是基于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件的模具 CAD/CAM 的实用教程,力求在介绍模具 CAD/CAM 基础知识的同时,以实例的形式由浅入深系统地讲解 Pro/ENGINEER 特征命令的操作、产品的造型、模具的设计、模架专家系统 EMX 4.1 以及模具零件的数控加工。

本书第 1、2 章为模具 CAD/CAM 技术基础;第 4~8 章详细介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础模块的操作;第 3、9、10、11、12、13 章讲解塑件产品的造型、模具设计的流程及运用技巧;第 14 章介绍模架设计专家系统 EMX 4.1 的应用;第 15、16 章介绍模具数控加工的基础知识及 Pro/E NC 在模具零件加工中的具体应用。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、普通本科院校模具专业及机械类相关专业的教材,也可作为从事模具技术工作的工程技术人员的参考书。

★ 本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

模具 CAD/CAM 实用教程: Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 / 余华俐主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2007.2

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1787 - 9

I. 模… II. 余… III. ① 模具—计算机辅助设计—高等学校:技术学校—教材

② 模具—计算机辅助制造—高等学校:技术学校—教材③ 模具—计算机辅助设计—应用软件,

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0—高等学校:技术学校—教材 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 014588 号

策 划 马武装 责任编辑 张 玮 马武装

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

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15

字 数 350 千字

印 数 1~4000 册

定 价 18.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1787 - 9/TH · 0068

XDUP 2079001-1

*** 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

模具 CAD/CAM 是一门多学科综合性的应用型新技术,是改造传统模具生产方式的关键技术,也是现代模具技术的核心和发展方向。计算机模具辅助设计与制造已成为许多大型 CAD/CAM 软件追求的目标。美国 PTC 公司的最新产品 Pro/ENGINEER Wildfire2.0 提供了全面的计算机辅助设计与制造解决方案,深受模具技术人员的推崇。

为了满足各高职高专院校和企业对技术应用型人才的实际要求,本书是在总结近几年模具设计与制造专业教改经验基础上编写的,力求在了解模具 CAD/CAM 基础内容的同时,以设计实例的形式系统介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 在塑件造型与模具设计制造中的具体应用。本书从 Pro/ENGINEER 软件入门的基础知识、产品的造型、模具的设计到模具零件的数控加工等内容,都进行了具体的介绍。

本书在实例讲解中采用图文结合的方式,联系实际给出详尽的操作步骤,具有直观、易理解的特点。

本书由兰州工业高等专科学校余华俐担任主编。全书共分 16 章,其中第 1~3 章由兰州工业高等专科学校的徐创文编写,第 4、5 章由兰州石化技术学院的胡相斌编写,第 6、10、11 章由兰州工业高等专科学校的余华俐编写,第 7、16 章由兰州工业高等专科学校的程仲文编写,第 8、9 章由兰州工业高等专科学校的张红岩编写,第 12、13 章由兰州工业高等专科学校的刘彦国编写,第 14、15 章由兰州石化技术学院的王春林编写。

本书在编写过程中得到了作者所在单位的领导、同行以及西安电子科技大学出版社的大力支持,我们在此谨对他们以及书中所引用的文献资料的作者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 12 月

目 录

第 1 章 模具 CAD/CAM 的概述	1
1.1 模具 CAD/CAM 的基本概念	1
1.2 模具 CAD/CAM 技术的优越性	1
1.3 模具 CAD/CAM 系统组成	2
1.4 模具 CAD/CAM 常用软件简介	2
1.4.1 国外优秀 CAD 软件介绍	2
1.4.2 国内优秀 CAD 软件介绍	4
1.5 模具 CAD/CAM 的发展及应用	4
1.5.1 模具 CAD/CAM 的发展	4
1.5.2 冷冲模 CAD/CAM 的应用	6
1.5.3 塑料注射模 CAD/CAM 的应用	6
1.6 模具 CAD/CAM 的发展趋势	6
复习思考题	7
第 2 章 模具 CAD/CAM 新技术简介	8
2.1 快速成型技术	8
2.1.1 RP 技术的工作原理和应用	8
2.1.2 模具快速原型制造技术	9
2.2 逆向工程技术	11
2.3 高速加工技术	12
2.4 虚拟制造技术	14
复习思考题	16
第 3 章 基于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 模具设计入门	17
3.1 模具设计步骤	17
3.2 设计任务	17
3.3 实例效果展示	18
3.4 名片盒盖的造型	18
3.5 名片盒盖的模具设计	22
第 4 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础知识	32
4.1 界面简介	32
4.2 常用文件操作	34
4.3 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的鼠标功能	37
复习思考题	38
第 5 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 草绘模块	39
5.1 草绘模式	39

5.2 草绘的基本步骤	42
5.3 基本图形绘制	42
5.3.1 绘制直线	42
5.3.2 绘制圆弧	44
5.3.3 绘制圆	45
5.3.4 绘制矩形	47
5.3.5 绘制样条曲线	48
5.4 图形编辑(几何变换)	48
5.4.1 复制	49
5.4.2 镜像	49
5.4.3 缩放旋转	50
5.4.4 修剪	50
5.4.5 倒圆角	51
5.5 添加约束	52
5.5.1 水平、竖直约束	52
5.5.2 垂直约束	53
5.5.3 相切约束	53
5.5.4 中点约束	53
5.5.5 相同点约束	54
5.5.6 对称约束	54
5.5.7 等长、等半径约束	55
5.5.8 平行约束	55
5.6 尺寸标注	55
5.6.1 直线的尺寸标注	55
5.6.2 圆和圆弧的尺寸标注	56
5.6.3 角度的标注	56
5.6.4 尺寸编辑	57
5.7 应用示例	57
复习思考题	59
第6章 基准特征	60
6.1 基准特征的建立	60
6.2 基准平面	60
6.2.1 基准平面的作用	60
6.2.2 基准平面命令详解	61
6.2.3 基准平面操作实例	64
6.2.4 修改基准平面	66
6.3 基准轴	66
6.4 基准点	68
6.5 基准曲线	72

6.6 基准坐标系.....	73
6.6.1 基准坐标系.....	73
6.6.2 基准坐标系操作实例.....	74
复习思考题.....	74
第7章 基础特征的建立	75
7.1 拉伸实体特征.....	75
7.1.1 设置和放置草绘平面.....	75
7.1.2 放置标注和约束参照.....	78
7.1.3 确定特征生成方向.....	79
7.1.4 设置特征拉伸深度.....	79
7.1.5 创建加材料特征和切减材料特征.....	79
7.2 旋转实体特征.....	80
7.2.1 通过旋转截面创建实体特征.....	80
7.2.2 通过旋转截面创建实体薄板实例.....	81
7.3 扫描实体特征.....	82
7.3.1 创建扫描特征流程.....	82
7.3.2 开放式轨迹扫描.....	83
7.3.3 封闭式轨迹扫描.....	84
7.4 混合实体特征.....	85
7.4.1 创建混合特征的方法.....	85
7.4.2 创建混合特征的注意事项.....	88
7.5 创建其它高级实体特征.....	89
7.6 创建曲面特征.....	91
7.7 修剪曲面特征.....	93
7.8 曲面实体化特征.....	95
复习思考题.....	96
第8章 结构特征	97
8.1 孔特征.....	97
8.1.1 创建直孔特征.....	97
8.1.2 创建草绘孔特征.....	98
8.1.3 创建草绘孔特征实例.....	99
8.1.4 创建标准孔特征.....	100
8.1.5 创建标准孔特征实例.....	101
8.2 圆角特征.....	102
8.2.1 圆角特征的类型和参照.....	102
8.2.2 创建恒定圆角实例.....	104
8.3 倒角特征.....	106
8.3.1 创建边倒角特征.....	106
8.3.2 创建拐角倒角特征实例.....	107

8.4 创建筋特征.....	108
8.5 创建壳特征.....	109
8.6 创建拔模特征.....	110
8.7 特征复制.....	111
8.7.1 复制命令详解.....	111
8.7.2 复制特征的创建实例.....	112
8.8 特征阵列.....	115
8.9 特征镜像.....	118
复习思考题.....	119
第9章 显示器外壳的造型	120
9.1 设计任务.....	120
9.2 显示器外壳的建模.....	120
第10章 模具设计流程	129
10.1 模具设计命令.....	129
10.1.1 模具设计主菜单.....	129
10.1.2 模具设计工具栏.....	129
10.2 模具模型的建立.....	130
10.2.1 加入参考模型.....	130
10.2.2 创建工作件.....	131
10.3 设置收缩率.....	132
10.4 建立分型面.....	134
10.4.1 分型面命令.....	134
10.4.2 拉伸分型面的创建.....	135
10.5 建立模具体积块.....	136
10.5.1 直接创建模具体积块.....	137
10.5.2 分割模具体积块.....	137
10.5.3 抽取模具型腔.....	138
10.6 设计水线.....	138
10.7 设计浇注系统.....	139
10.8 铸模与模拟开模.....	140
10.8.1 铸模.....	140
10.8.2 模拟开模.....	141
10.9 拔模检测.....	142
复习思考题.....	143
第11章 盒体的造型与模具设计	144
11.1 设计任务.....	144
11.2 设计过程展示.....	144
11.3 盒体的造型.....	145
11.4 盒体的模具设计.....	147

11.4.1	加载参照模型.....	147
11.4.2	创建工作件.....	148
11.4.3	设置收缩率.....	150
11.4.4	盒体型腔分型面的创建.....	150
11.4.5	拉伸盒体主分型面的创建.....	152
11.4.6	合并分型面.....	153
11.4.7	创建流道.....	154
11.4.8	创建模具体积块.....	155
11.4.9	模具体积块的抽取.....	156
11.4.10	铸模的创建.....	156
11.4.11	模拟开模.....	157
复习思考题.....		158
第 12 章 滚轮的造型与模具设计		159
12.1	设计任务.....	159
12.2	设计过程展示.....	159
12.3	滚轮的造型.....	160
12.4	滚轮的模具设计.....	163
12.4.1	加载参照模型.....	163
12.4.2	建立模具模型.....	163
12.4.3	创建工作件.....	164
12.4.4	设置收缩率.....	165
12.4.5	创建复制分型面.....	165
12.4.6	创建主分型面.....	166
12.4.7	创建水平分型面.....	168
12.4.8	创建流道.....	171
12.4.9	创建模具体积块.....	171
12.4.10	铸模的创建.....	172
12.4.11	模拟开模.....	173
复习思考题.....		173
第 13 章 连接件的造型及模具设计		174
13.1	设计任务.....	174
13.2	设计过程展示.....	174
13.3	连接件的造型.....	175
13.4	连接件的模具设计.....	177
13.4.1	加载参照模型.....	177
13.4.2	创建工作件.....	178
13.4.3	设置收缩率.....	178
13.4.4	创建分型面.....	179
13.4.5	创建流道.....	182

13.4.6 创建模具体积块.....	183
13.4.7 抽取模具元件.....	184
13.4.8 铸模.....	184
13.4.9 开模.....	185
复习思考题.....	185
第 14 章 模架设计专家系统 EMX 4.1	186
14.1 EMX 命令.....	186
14.2 EMX 4.1 连接件的模架设计.....	187
14.2.1 项目准备.....	187
14.2.2 加载并定义标准模架.....	189
复习思考题.....	198
第 15 章 模具数控加工的基础知识	199
15.1 数控加工的基本概念.....	199
15.2 数控加工编程基本知识.....	200
15.2.1 编程概述.....	200
15.2.2 数控编程的坐标系统.....	201
15.2.3 数控编程的内容及步骤.....	203
15.2.4 程序结构及代码.....	204
15.2.5 数控编程的工艺基础.....	207
15.3 模具数控加工的工艺要求.....	210
复习思考题.....	211
第 16 章 模具数控加工	212
16.1 数控加工概述.....	212
16.1.1 Pro/E NC 加工步骤.....	212
16.1.2 Pro/E NC 加工法.....	212
16.2 盒体型芯粗加工实例.....	213
16.3 盒体型芯精加工实例.....	225
复习思考题.....	229
参考文献	230

第 1 章 模具 CAD/CAM 的概述

本章重点学习模具 CAD/CAM 的基本概念、模具 CAD/CAM 技术的优越性、模具 CAD/CAM 系统组成、模具 CAD/CAM 常用的软件功能及模具 CAD/CAM 技术的应用和发展等内容。

1.1 模具 CAD/CAM 的基本概念

CAD/CAM 即计算机辅助设计(Computer Aided Design)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)。CAD 指工程技术人员以计算机为辅助工具来完成产品设计过程中的各项工作,如草图绘制、零件设计、装配设计、工程分析等,并达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本的目的。CAM 有广义和狭义两种定义。广义 CAM 是指借助计算机来完成从生产准备到产品制造出来过程中的各项活动,包括工艺过程设计(Computer Aided Process Plan,简称 CAPP)、工装设计、计算机辅助数控加工编程、生产作业计划、制造过程控制、质量检测与分析等。狭义 CAM 通常是指数控(Numerical Control,简称 NC)程序编制,包括刀具路径规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真及 NC 代码生成等。

模具 CAD/CAM 是一种基于计算机技术而发展起来的、与模具设计和制造技术相互渗透相互结合的、多学科综合性的技术。现代的模具设计与制造已将模具 CAD/CAM 技术融入生产中,利用各种数字和图形信息,对产品的设计及制造进行全方位的控制。

1.2 模具 CAD/CAM 技术的优越性

模具 CAD/CAM 技术的优越性是传统的模具设计制造方法所无法比拟的,具体表现如下:

- (1) 可以提高模具的设计和制造水平,从而提高模具的质量;
- (2) 可以节省时间,提高效率;
- (3) 可以较大幅度地降低成本;
- (4) 将技术人员从繁杂的计算、绘图和手工 NC 编程中解放出来,使其可以从事更多的创造性劳动。

随着材料成型过程计算机模拟技术的发展、完善和模具 CAD/CAE(Computer Aided Engineering)/CAM 技术的应用,虚拟制造技术在模具行业中的应用日趋成熟,产品设计、模具设计、模具制造、模具装配调试、试模等工作均可在计算机上进行,甚至不需要试模修模过程,有利于提高模具设计及制造的一次性成功率,从而大大提高了生产效率和产品质量。

1.3 模具 CAD/CAM 系统组成

模具 CAD/CAM 系统主要由技术人员、硬件系统和软件系统三大部分构成。其中，硬件系统是整个模具 CAD/CAM 系统的基础平台，软件系统是核心，技术人员是关键。

1. 硬件系统

模具 CAD/CAM 技术的硬件系统主要由以下部分构成：

- (1) 计算机主机。
- (2) 外部存储器。常用的外部存储器有磁盘、移动硬盘、光盘等。
- (3) 输入设备。模具 CAD/CAM 技术使用的输入设备主要包括键盘、鼠标、扫描仪、激光扫描仪等。
- (4) 输出设备。模具 CAD/CAM 技术使用的输出设备主要包括图形显示器、绘图设备、快速成型机、数控生产设备等。

2. 软件系统

模具 CAD/CAM 技术的软件系统可分为系统软件、支撑软件和应用软件三个层面。

1) 系统软件

系统软件(System Software)是用户和计算机之间的接口，指的是在计算机运行状态下，保证用户正确而方便工作的那一部分软件。系统软件为用户构造了一个有效管理计算机资源的良好环境，包括操作系统、汇编系统、编译系统及网络管理软件，如 DOS、UNIX、LINUX、Windows 等。

2) 支撑软件

模具 CAD/CAM 技术的支撑软件不针对具体的应用对象，而是为某一应用领域提供的通用软件。它主要包括图形处理软件、几何造型软件、数据库管理软件、优化设计软件、计算机仿真分析应用软件、数控加工软件、检测与质量控制软件等，如 Pro/ENGINEER、SolidWorks、AutoCAD、CAXA 等。

3) 应用软件

应用软件就是为了解决用户某个领域内实际问题的程序系统。

1.4 模具 CAD/CAM 常用软件简介

CAD/CAM 技术经过几年的发展，先后经历了大型机、小型机、工作站和微机时代，每个时代都有当时主流的 CAD / CAM 软件。现在工作站和微机平台 CAD/CAM 软件已经占据主导地位，并且涌现出了一批优秀的商品化软件，成为 CAD/CAM 技术中的一个重要组成部分。下面将分别介绍国内外一些主流的大型 CAD 软件。

1.4.1 国外优秀 CAD 软件介绍

国外的 CAD 软件开发较早，技术比较成熟，软件种类众多。下面简要介绍国内应用比较广泛的几种国外优秀 CAD 软件。

1. Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER(简称 Pro/E)是一个面向机械工程的 CAD 系统,该软件提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关的概念,改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念,在 CAD/CAM 领域属于领先技术并取得成功。Wildfire 2.0(也称野火版)是 Pro/E 的最新版本,强化了设计功能的同时,改善了用户界面,使其更加友好、人性化和智能化,且提供了全面的计算机辅助模具设计与制造的解决方案,是我国模具 CAD/CAM 应用工程的主流产品之一。

2. Unigraphics

Unigraphics(简称 UG)是 Unigraphics Solutions 公司的拳头产品。该软件的特点是将优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面模型相结合。UG 系统源于美国麦道飞机公司,历经多年的发展,汇集了美国航空航天与汽车工业的专业经验,形成了一个从低端到高端、兼有 UNIX 工作站版和 Windows NT 微机版的较完善的企业级 CAD/CAE/CAM/PDM (Product Data Management)集成系统。

3. I-DEAS

I-DEAS 是美国 SDRC 公司开发的 CAD / CAM 软件,是高度集成化的 CAD/CAE/CAM 软件系统。它帮助工程师以极高的效率,完成产品设计、仿真分析、测试以及数控加工等产品研发全过程。I-DEAS 在 CAD / CAE 一体化技术方面一直位居世界前列,软件内含诸如结构分析、热力分析、塑料模具仿真分析、优化设计以及耐久性分析等真正提高产品性能的高级分析功能。

4. Solid Edge

Solid Edge 是真正的 Windows 软件,它充分利用了 Windows 基于组件对象模型(COM)的先进技术来重写代码,并与 Microsoft Office 以及 OLE 技术兼容,因此在使用该软件时还可以进行 Windows 下的文字处理、电子报表、数据库等操作,并且设计界面非常友好。Solid Edge 是基于参数和特征造型的新一代实体造型系统。

5. AutoCAD

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品,是当今最流行的二维绘图软件之一,它在二维绘图领域中拥有广泛的用户群。AutoCAD 有强大的二维功能,如绘图、编辑、截面线绘制和图案绘制、尺寸标注等,同时也有部分三维功能。此外,AutoCAD 提供了 AutoLISP、ADS、二次开发功能,可方便地实现软件的二次开发。

6. MDT

MDT 是 Autodesk 公司在 PC 平台上开发的三维 CAD 系统,它以三维设计为基础,集设计、分析、制造以及文档管理等多种功能于一体。该软件具有基于特征的参数化实体造型和基于 NURBS 的曲面造型以及大型装配功能。

7. Solid Works

Solid Works 是生信国际有限公司推出的基于 Windows 的 CAD 软件,是微机版参数化特征造型软件中的新秀。它可以十分方便地实现复杂的三维零件实体造型、复杂装配和生

成工程图, 常用于以规则几何形体为主的机械产品设计及加工应用中。MoldBase 是 Solid Works 的模具设计插件, 它能够在用 Solid Works 进行模具设计的同时提供标准的模架, 并快速完成模具设计。

8. Cimatron CAD/CAM 系统

Cimatron CAD / CAM 系统是以色列 Cimatron 公司的 CAD / CAM / PDM 产品, 是较早早在微机平台上实现三维 CAD / CAM 的系统。该系统提供了比较灵活的用户界面和优良的三维造型、创建工程图以及全面的数控加工功能, 同时该软件具有各种通用、专用数据接口以及集成化的产品数据管理功能。Cimatron CAD/CAM 系统自从 20 世纪 80 年代进入市场以来, 在国际模具制造业中倍受欢迎。

1.4.2 国内优秀 CAD 软件介绍

近年来, 国内先后涌现出了许多性能优良的 CAD 软件, 这些软件结合了我国工业生产的具体特点和现状, 具有广阔的应用前景。

1. 高华 CAD

高华 CAD 是由北京高华计算机有限公司推出的 CAD 产品。高华 CAD 系列产品包括计算机辅助绘图系统 GHDrafting、机械设计及绘图系统 GHMDS、工艺设计系统 GHCAAPP、三维几何造型系统 GHGEMS、产品数据管理系统 GHPDMS 以及自动数控编程系统 GHCCAM 等。其中 GHMDS 是基于参数化设计的 CAD/CAE/CAM 集成系统, 它具有全程导航、图形绘制、明细表处理、全约束参数化设计、参数化图素拼装、尺寸标注、标准件库和图像编辑等功能模块。

2. CAXA 电子图板和 CAXA-ME 制造工程师

CAXA 电子图板和 CAXA-ME 制造工程师软件由北京北航海尔软件有限公司开发。CAXA 电子图板是一套高效、方便、智能化的通用中文设计绘图软件, 可帮助设计人员进行零件图、装配图、工艺图表的设计。CAXA-ME 是面向机械制造业自主开发的、全中文界面的三维 CAD/CAM 软件, 是我国 CAD 应用工程的主流产品之一。

3. 开目 CAD

开目 CAD 是华中科技大学机械学院开发的具有自主知识产权的基于微机平台的 CAD 和图纸管理软件。开目 CAD 支持多种几何约束种类及多视图同时驱动, 具有局部参数化的功能, 能够处理设计中过约束和欠约束的情况。开目 CAD 实现了 CAD、CAPP、CAM 的集成, 适合我国设计人员的习惯, 也是我国 CAD 应用工程的主流产品之一。

1.5 模具 CAD/CAM 的发展及应用

1.5.1 模具 CAD/CAM 的发展

CAD 技术经历了二维平面图形设计、交互式图形设计、三维线框模型设计、三维实体

造型设计、自由曲面造型设计、参数化设计、特征造型设计等发展过程。CAD 技术在模具的发展中经历了以下几个阶段。

1. 孕育形成时期(20 世纪 50 年代)

自 1946 年世界上第一台电子计算机在美国出现后,人们就不断地将计算机技术引入机械设计、制造领域中。20 世纪 60 年代,由于交互式图形生成技术的出现,促使 CAD 技术的迅速发展。计算机图形学、交互技术及图形符号的存储采用分层的数据结构等思想,对 CAD 技术的应用起到了重要的推动作用。基于线框模型的 CAD 系统率先由飞机和汽车制造商开发并应用,如美国 Lock Head 飞机公司、McDonnell Douglas 飞机公司、General Motor 汽车公司的 CAD 系统等,均推动了模具 CAD 技术的发展。

2. 蓬勃发展应用时期(20 世纪 60~70 年代)

20 世纪 60 年代末期到 70 年代中期,是 CAD 技术趋于成熟的阶段。这一时期计算机硬件的性价比不断提高,数据库管理系统等软件陆续开发,以小型和超小型计算机为主机的 CAD 系统进入市场并形成主流。20 世纪 60 年代初期,国外一些汽车制造公司已开始了模具 CAD 的研究,这一研究始于汽车车身的设计,在此基础上复杂曲面的设计方法得到了发展,各大汽车公司都先后建立了自己的 CAD/CAM 系统,并将其应用于模具设计与制造。计算机软、硬件技术的迅猛发展,为模具 CAD/CAM 的开发应用向更高层次的拓展创造了条件。例如美国 Ford 汽车公司的 CAD/CAM 系统中所包括的模具 CAD/CAM 部分,取代了人工设计与制造,设计方面采用人机交互方式进行三维图形处理、工艺分析与设计计算等工作,能够完成二维绘图,生成生产零件图、材料表以及工序、定额、成本等文件。

3. 广泛应用时期(20 世纪 80 年代)

20 世纪 80 年代是 CAD 技术迅速发展的时期,超大规模集成电路的出现,使计算机的硬件成本大幅度下降。计算机外围设备,例如彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等品种齐全的输入输出装置已成系列产品,为推进 CAD 技术向高水平发展提供了必要的条件。曲面造型与实体造型技术发展迅速,新一代的 CAD 软件均是实体造型与曲面造型兼备的系统,能适用于复杂模具的设计和制造,在模具界得到了广泛的应用。例如日本 TOYOTA 汽车公司研制的汽车覆盖件模具 CAD/CAM 系统,包括处理覆盖件模面的 Die-Face 软件和加工凸、凹模的 TINCA 软件等。由三坐标测量机将实物模型测量后所获得的数据送入计算机,经处理后再把这些数据用于汽车覆盖件设计、模具设计和制造。该系统的三维图形功能较强,能在屏幕上反复修改曲面形状,使工件在冲压成型时不至于产生各种工艺缺陷,从而保证工件质量。DIECOMP 公司研制成功的模具 CAD 系统,使整个生产准备周期由 18 周缩短为 6 周。

4. 标准化、智能化、集成化时期(20 世纪 90 年代)

20 世纪 90 年代,CAD 技术已不停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平,而向着标准化、集成化、智能化的方向发展。一些工业先进国家和国际标准化组织都在从事标准接口的开发工作。CAD、CAM 在各自领域所产生的巨大推动作用被认同,加之设计和制造自动化的需求,出现了集成化的 CAD/CAM 系统。计算机辅助模具设计已成为许多大型 CAD/CAM/CAE 软件追求的目标。

1.5.2 冷冲模 CAD/CAM 的应用

CAD/CAM 在冷冲模具设计与制造中的应用, 主要可归纳为以下几个方面:

- (1) 利用实体造型技术完成复杂模具型腔设计;
- (2) 完成工艺的分析计算, 辅助成型工艺的设计;
- (3) 建立标准模具零件和结构的图形库, 提高模具结构和模具零件的设计效率;
- (4) 辅助完成绘图工作, 输出模具零件图和装配工程图;
- (5) 辅助完成模具零件加工工艺的设计和 NC 编程。

冷冲模 CAD/CAM 正向更加专业化的方向发展。一些通用的软件由于其功能繁多、专业性较差, 已不能满足专业模具厂在 CAD/CAM 方面的需要。专业模具厂越来越倾向于使用专用性很强的模具 CAD/CAM 软件, 汽车覆盖件冲压成型模具和集成电路引线框架精密级进冷冲压模具是这方面两个非常典型的实例。

1.5.3 塑料注射模 CAD/CAM 的应用

塑料注射模结构 CAD/CAM, 包括塑料产品的建模、模具总体结构方案和零部件的设计、数控仿真和数控程序的生成、模具的模拟装配、零件图和装配图的生成与绘制等。

塑料注射模 CAD/CAM 的主要工作内容如下:

- (1) 塑料制品的几何造型;
- (2) 模腔表面形状的生成;
- (3) 模具结构的方案设计;
- (4) 标准模架的选择;
- (5) 辅助完成模具元件的加工工艺设计和 NC 编程。

1.6 模具 CAD/CAM 的发展趋势

1. 集成化

集成通常是指以统一产品数据模型及工程数据库为基础, 在系统之间及系统内部实现信息传递、响应、分析及反馈, 从而达到系统及各模块之间的无缝组合。随着 CAD 及相关技术的不断深入, 对集成的概念也不不断深化, 目前对集成的认识是以信息集成为基础的多集成的概念, 实现多集成的目的, 是在 TQCSE(T—Time, Q—Quality, C—Cost, S—Service, E—Environment)目标下, 寻求全局最优决策, 实现可持续发展的策略。

CAD/CAM 系统集成主要有以下几方面的工作:

- (1) 产品造型技术: 实现参数化特征造型和变量化特征造型, 以便建立包含几何、工艺、制造、管理等完整信息的产品数据模型;
- (2) 数据交换技术: 积极向国际标准靠拢, 实现异构环境下的信息集成;
- (3) 计算机图形处理技术;
- (4) 数据库管理技术。

2. 智能化

智能化制造系统就是将人工智能融合进 CAD/CAM 系统的各个环节中,通过模拟专家的智能活动来取代或延伸制造环境中应由专家完成的那部分活动。在智能制造系统中,系统具有部分人类专家的“智能”。例如系统能自动监视自身的运动状态,能够自动调整自身参数来适应外部环境,使自己始终在最佳状态下运行。智能制造系统的研究和应用主要取决于人工智能技术的发展。将人工智能技术、知识工程和专家系统技术引入到 CAD/CAM 领域中,形成智能化的 CAD/CAM 系统。

3. 标准化

随着 CAD/CAM 技术的快速发展和广泛应用,技术标准化问题愈显重要。CAD/CAM 标准体系是开发应用 CAD/CAM 软件的基础,也是促进 CAD/CAM 技术普及应用的手段。

4. 网络化

网络技术包括硬件与软件的实现、各种通信协议及制造自动化协议、信息通信接口、系统操作控制策略等,是实现各种制造系统自动化的基础。特别是在当前情况下,要实现基于 Internet 的 Tele-Design 和 Tele-Manufacturing(异地设计与异地制造)技术。利用虚拟现实技术、多媒体技术及计算机仿真技术可实现产品设计制造过程中的几何仿真、物理仿真、制造过程仿真及使用过程仿真,它们采用多种介质来存储、表达、处理多种信息,融文字、语音、图像及动画于一体,给人一种真实感及临境感。

复习思考题

1. 模具 CAD/CAM 的定义是什么?
2. 模具 CAD/CAM 技术的优越性有哪些?
3. 简述模具 CAD/CAM 系统,并说明各自的作用。
4. 简述模具在冷冲模、注塑模中的应用。
5. 简述模具 CAD/CAM 的发展历程。

第2章 模具 CAD/CAM 新技术简介

现代模具制造技术朝着加快信息驱动、提高制造柔性、敏捷化制造及系统化集成的方向发展。模具 CAD/CAM 技术也不断融入计算机、现代信息技术、自动化、材料及现代管理技术等方面的最新成果。这些新技术的使用,对提高制造业企业的竞争力起到了巨大的推动作用。本章将对目前企业应用较好、发展较快的模具新技术——快速成型、逆向工程、高速加工及虚拟制造,进行简单的介绍。

2.1 快速成型技术

快速成型(Rapid Prototyping, 简称 RP)又称为快速原型制造,是 20 世纪 80 年代末至 90 年代初发展起来的一种先进制造技术。它结合了数控技术、CAD 技术、激光技术、材料科学技术、自动控制技术等多门学科的先进成果,利用光能、热能等能量形式,对材料进行烧结、固化、粘结或熔融,最终加工出零件的三维实物模型。

模具制造是一个基础行业,长期以来模具加工周期长、成本高、效率低,因而制约其发展。随着我国经济的快速发展,特别是在家电、电子通信行业,由于市场竞争激烈、产品更新换代快且生产周期短,因此批量小、更新快已成为制造业技术发展的主要趋势之一,基于 RP 的快速制模技术就是适应了这一变化而成为模具制造技术发展热点的。

2.1.1 RP 技术的工作原理和应用

RP 技术的工作原理是:根据零件的三维 CAD 实体模型,利用专业切片软件对其进行切片处理,得到模型每层截面的轮廓,在快速成型设备中用激光或其它方法将材料进行逐层成型,从而形成零件的原型。RP 技术的工作原理可简单地概括为数据离散和材料堆积。由于 RP 技术是将复杂的三维实体通过切片转换为二维图层来加工的,因此通常又称为层加工(Layer Manufacturing)。RP 技术改变了制造业的思维活动,突破了制造业的传统模式,为机械加工和模具制造开辟了一条高效率、低成本的新途径。RP 发展到今天,其发展重心已从快速原型制造向快速模具制造的方向转移,目前 RP 的快速制模主要是注塑模、冲压模和铸模。

通过采用粘结、熔结、聚合作用等手段,逐层可选择固化树脂、切割薄片、烧结粉末、材料熔覆或材料喷洒等方式来实现,从而快速堆积制作出所要求形状的实物原型。RP 技术可以快速精确地制造任意几何形状的产品原型,无须考虑其复杂程度,并且零件复杂程度与制造成本关系不大,真正实现了无模制造。

RP 技术应用的步骤如下: